Ano 2021

Zoologia
e Meio Ambiente

José Max Barbosa Oliveira-Junior
Lenize Batista Calvão
(Organizadores)

Ano 2021

Zoologia e Meio Ambiente

José Max Barbosa Oliveira-Junior
Lenize Batista Calvão
(Organizadores)

Ciências Biológicas e da Saúde

Editora Chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Assistentes Editoriais
Natalia Oliveira
Bruno Oliveira
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto Gráfico e Diagramação
Natália Sandrini de Azevedo
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Maria Alice Pinheiro
Imagens da Capa
Shutterstock
Edição de Arte
Luiza Alves Batista
Revisão
Os Autores

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Ano 2021

Ciências Biológicas e da Saúde

Ano 2021

Ano 2021

Ciências Biológicas e da Saúde

Ano 2021

Ciências Biológicas e da Saúde

Zoologia e Meio Ambiente

Editora Chefe:	Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária:	Janaina Ramos
Diagramação:	Maria Alice Pinheiro
Correção:	Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte:	Luiza Alves Batista
Revisão:	Os Autores
Organizadores:	José Max Barbosa Oliveira-Junior Lenize Batista Calvão

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

O48 Oliveira-Junior, José Max Barbosa
Zoologia e Meio Ambiente / José Max Barbosa Oliveira-Junior, Lenize Batista Calvão – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-755-0
DOI 10.22533/at.ed.550210902

1. Zoologia. 2. Meio ambiente. IV. 5. Eletrólise. 6. Rede esgoto. I. Oliveira-Junior, José Max Barbosa. II. Calvão, Lenize Batista. III. Título.

CDD 590

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Ano 2021

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

Em sua primeira edição, o e-book “**Zoologia e Meio Ambiente**” é composto por 13 capítulos que abordam diferentes tópicos da zoologia (uma especialidade da biologia que estuda os animais) bem como algumas relações com o meio ambiente.

Na zoologia os cientistas estudam o reino animal, desde os maiores animais até os menores organismos. Compreender a biologia básica, evolução, ecologia, o comportamento e suas relações com o meio ambiente (biótico, abiótico e antrópico) fornece uma visão holística de como a vida humana e animal são mantidas, e como eles respondem às inúmeras alterações globais (tais como mudanças climáticas, desmatamento, queimadas, poluição, e a própria segurança alimentar). Zoólogos juntamente com os gestores ambientais, em suas ações e pesquisas tentam proteger a vida animal dessas inúmeras alterações ambientais impostas pelas atividades humanas, buscando as melhores ferramentas para tal, almejando salvaguardar e aprender mais sobre a importância da vida humana nesse processo.

Nesse e-book você terá oportunidade de estudar sobre uma ampla gama de temas, desde gado de leite, até a vida selvagem em diferentes regiões do mundo, como pequenos organismos, aves, tubarões, com ênfase tanto no trabalho de campo como no de laboratório - ambos de grande importância para a zoologia.

Embora a zoologia seja especificamente o estudo de animais, ela pode estar (e quase sempre está) relacionada às questões ambientais, por exemplo, quando estudamos sobre os ambientes dos animais, as interações dos animais com seus ambientes, e o efeito das alterações ambientais sobre eles. A zoologia têm sido cada dia mais trabalhada na ciência ambiental, um campo de estudo interdisciplinar que inclui muitas disciplinas, e, é nessa perspectiva que você também poderá estudar nesse e-book questões sobre percepção ambiental, aprendizagem dinâmica e inteligências múltiplas envolvendo essa disciplina.

Nesse contexto, o e-book “Zoologia e Meio Ambiente”, aborda os seguintes tópicos (i) histórico, curadoria e inventário de alguns taxa de coleção zoológica; (ii) possibilidades de estudo sobre radiografias odontológicas como novos horizontes de pesquisa com elasmobrânquios; (iii) análise comparativa dos poros das ampolas de Lorenzini em tubarões-martelo; (iv) crescimento e condição multianual de *Prochilodus magdalenae* (Characiformes: Prochilodontidae) na bacia do rio San Jorge, Colômbia; (v) observações do uso do habitat e à presença de grupos conspecíficos de *Scytalopus magellanicus* (Passeriformes: Rhinocryptidae) pela primeira vez na estação pós-reprodutiva em Cabo de Hornos, Chile; (vi) nova aparição de *Piranga rubra* (Passeriformes: Cardinalidae) numa parte do bosque do Tamarugo (*Prosopis tamarugo*), norte do Chile; (vii) sucesso reprodutivo entre dois gêneros diferentes de Fringillidae; (viii) primeiros registros da fauna de cupins da Ilha de Marajó, Pará; (ix) análise da letra da cantiga “estrela-do-mar” para diagnosticar como conteúdos biológicos de Asteroidea são abordados; (x) avaliação da epiderme de

Girardia tigrina (Platyhelminthes) sob condições estressoras; (xi) desenvolvimento de um estudo sobre o táxon Priapulida por meio da produção de mapas conceituais; (xii) ação de agentes biológicos (insetos e fungos) na fase de putrefação em modelo experimental *Sus scrofa* (Suidae); e (xiii) percepção de produtores rurais de vacas leiteiras sobre as vacinações obrigatórias para bovinos leiteiros bem como o manejo hídrico que visem o bem-estar animal em suas propriedades.

Nesse cenário esperamos que o arcabouço teórico apresentado seja de um despertar para todos aqueles interessados em construir um mundo melhor com respeito ao meio ambiente, e à toda a biodiversidade que nele existe. De maneira geral, nesse e-book você poderá conhecer um pouco mais sobre aspectos gerais da abordagem da zoologia e o que os conhecimentos gerados por esta ciência influencia no dia a dia e no meio ambiente.

A você leitor(a), desejamos uma excelente leitura!

José Max Barbosa Oliveira-Junior

Lenize Batista Calvão

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

COLEÇÃO ZOOLÓGICA DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS (PUC-CAMPINAS): HISTÓRICO E ACERVO ATUAL

Renata Aparecida dos Santos Alitto
Luiza Ishikawa Ferreira
Monica Pinto de Oliveira
Gabriel Franco Piovesana
Letícia Maria Penachin
Vinicius Garcia Rodolfo
Beatriz Herrera Poltronieri
Beatriz Moreira Picolli
Vitor Cavicchia de Paula
Pamela Salles de Magalhães
Ana Vitória Volpato Jensen
Leonardo da Silva Gasparino
Julia Giacomin
Stella Prado Nogueira
Thomaz Antonio Ferreira Fantini
Luciane Kern Junqueira

DOI 10.22533/at.ed.5502109021

CAPÍTULO 2 24

DIRECIONAMENTOS EM RADIOGRAFIA ODONTOLÓGICA COM ELASMOBRANQUIOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Maiara Gonçalves Rodrigues
Estela Silva Antoniassi
Carlos Eduardo Malavasi Bruno
Marcos Vinícius Mendes Silva

DOI 10.22533/at.ed.5502109022

CAPÍTULO 3 34

ANÁLISE COMPARATIVA DA DISTRIBUIÇÃO DOS POROS DAS AMPOLAS DE LORENZINI EM TUBARÃO-MARTELO *SPHYRNA LEWINI* E *SPHYRNA ZYGAENA*

Alessandra Tudisco da Silva
Gabriel Nicolau Santos Sousa
Inara Pereira da Silva
Gustavo Augusto Braz Vargas
Gabriela Machado Corrêa de Moraes
Daniela de Alcantara Leite dos Reis
Carlos Eduardo Malavasi Bruno
Marcos Vinícius Mendes Silva

DOI 10.22533/at.ed.5502109023

CAPÍTULO 4..42

RELACIÓN LONGITUD-PESO MULTIANUAL DEL BOCACHICO *PROCHILODUS MAGDALENAE* EN LA CUENCA DEL RÍO SAN JORGE, COLOMBIA

Charles W. Olaya-Nieto

Juan M. Villalba-Quintero

Ángel L. Martínez-González

William A. Pérez-Doria

Fredys F. Segura-Guevara

Glenys Tordecilla-Petro

Delio C. Solano-Peña

DOI 10.22533/at.ed.5502109024

CAPÍTULO 5..56

OBSERVACIONES DEL CHURRÍN MAGALLÁNICO (*SCYTALOPUS MAGELLANICUS*, FAM. RHINOCRYPTIDAE) EN EL EXTREMO AUSTRAL DEL SUR DEL MUNDO, CABO DE HORNOS, CHILE

Alejandro Correa Rueda

DOI 10.22533/at.ed.5502109025

CAPÍTULO 6..66

PIRANGA RUBRA (CARDINALIDAE) NOVA REGISTRO NO CHILE

Alejandro Correa Rueda

DOI 10.22533/at.ed.5502109026

CAPÍTULO 7..70

REPRODUCTIVE SUCCESS BETWEEN TWO DIFFERENT GENERA OF FRINGILLIDAE: *SPINUS* BARBATUS VS *SERINUS CANARIA DOMESTICA* (PASSERIFORMES)

Alejandro Correa Rueda

DOI 10.22533/at.ed.5502109027

CAPÍTULO 8..82

TERMITES OF THE MARAJÓ ISLAND, STATE OF PARÁ, BRAZIL: COMPOSITION, HABITAT, FEEDING GROUPS AND NESTS

Maria Lucia Jardim Macambira

DOI 10.22533/at.ed.5502109028

CAPÍTULO 9..89

ECHINODERMATA PARA CRIANÇAS: ANÁLISE DOS CONTEÚDOS SOBRE A CLASSE ASTEROIDEA NA CANTIGA “ESTRELA-DO-MAR” DO LIVRO/AUDIOLIVRO E CD “AQUÁTICO”

Walter Ramos Pinto Cerqueira

DOI 10.22533/at.ed.5502109029

CAPÍTULO 10..99

AVALIAÇÃO DA EPIDERME DE GIRARDIA TIGRINA SOB CONDIÇÕES ESTRESSORAS

Tabatha Benitz

Matheus Salgado de Oliveira

Cristina Pacheco Soares
Nádia Maria Rodrigues de Campos Velho
DOI 10.22533/at.ed.55021090210

CAPÍTULO 11 119

MAPPING CONCEPTS ABOUT THE TAXON PRIAPULIDA FOR RESEARCH AND DIDACTIC PRODUCTION IN ZOOLOGY

Anne Albuquerque Filgueira
Elineí Araújo de Almeida
Ruann Ramires Nunes Paiva
Douglas de Souza Braga Aciole
Roberto Lima Santos
Martin Lindsey Christoffersen
DOI 10.22533/at.ed.55021090211

CAPÍTULO 12 133

BIOTANATOLOGIA: AÇÃO DOS FENÔMENOS CADAVÉRICOS DE FAUNA E FLORA OBSERVADOS EM CARCAÇA DE SUINO *SUS SCROFA* LINNAEUS (SUIDAE) ORIUNDOS DE ÁREA SILVESTRE NA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL

Diniz Pereira Leite Júnior
Elisangela Santana de Oliveira Dantas
Diana Costa Nascimento
Heitor Simões Dutra Correa
Paulo Anselmo Nunes Felippe
Rodrigo Antônio Araújo Pires
Luciana da Silva Ruiz
Márcia de Souza Carvalho Melhem
Claudete Rodrigues Paula
DOI 10.22533/at.ed.55021090212

CAPÍTULO 13 177

VACINAÇÃO EM BOVINOS LEITEIROS: UMA PRÁTICA DE BEM-ESTAR ANIMAL CONHECIDA PELOS PRODUTORES?

Larissa Grunitzky
João Rogério Centenaro
Iago Mariani Cheffer
Paulo Henrique Braz
DOI 10.22533/at.ed.55021090213

SOBRE OS ORGANIZADORES 183

ÍNIDICE REMISSIVO 184

CAPÍTULO 1

COLEÇÃO ZOOLÓGICA DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS (PUC-CAMPINAS): HISTÓRICO E ACERVO ATUAL

Data de aceite: 04/02/2021
Data de submissão: 12/12/2020

Renata Aparecida dos Santos Alitto
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Museu de Zoologia da UNICAMP
Campinas – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/5032799058159962

Luiza Ishikawa Ferreira
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Faculdade de Ciências Biológicas
Campinas – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/3426143652645788

Monica Pinto de Oliveira
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Faculdade de Ciências Biológicas
Campinas – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/1285648486529507

Gabriel Franco Piovesana
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Faculdade de Ciências Biológicas
Campinas – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/0166107960393267

Letícia Maria Penachin
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Faculdade de Ciências Biológicas
Campinas – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/6183993804648827

Vinicius Garcia Rodolfo
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Faculdade de Ciências Biológicas
Campinas – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/2257072900516738

Beatriz Herrera Poltronieri
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Faculdade de Ciências Biológicas
Campinas – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/3488495977713353

Beatriz Moreira Picolli
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Faculdade de Ciências Biológicas
Campinas – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/4120082124564775

Vitor Cavicchia de Paula
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Faculdade de Ciências Biológicas
Campinas – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/3117089059782129

Pamela Salles de Magalhães
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Faculdade de Ciências Biológicas
Campinas – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/0933715825003387

Ana Vitória Volpato Jensen
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Faculdade de Ciências Biológicas
Campinas – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/9565073129452529

Leonardo da Silva Gasparino
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Faculdade de Ciências Biológicas
Campinas – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/3092924962077998

Julia Giacomin
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Faculdade de Ciências Biológicas
Campinas – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/5165462614087982

Stella Prado Nogueira
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Faculdade de Ciências Biológicas
Campinas – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/8815068164057841

Thomaz Antonio Ferreira Fantini
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Faculdade de Ciências Biológicas
Campinas – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/2583629743304026

Luciane Kern Junqueira
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Faculdade de Ciências Biológicas
Campinas – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/3374678185907297

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi conhecer o histórico, iniciar a curadoria e inventariar alguns taxa da coleção zoológica da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas). Para tanto, os integrantes do Programa de Educação Tutorial da Faculdade de Ciências Biológicas (PET-Biologia) organizaram e participaram de vários cursos de capacitação preparatórios e pesquisaram sobre o histórico da coleção. Durante a curadoria, foram transcorridos diversos encontros nos quais os petianos puderam trabalhar com organização, limpeza e tombamento de alguns grupos, aprendendo a utilizar cadernos de tombo e etiquetas de identificação. A coleção zoológica completou 45 anos em 2020 e apresenta um rico acervo com espécimes coletados em diversas partes do mundo. Ao todo, os petianos identificaram nove filos principais com espécimes preservados em via úmida, seca ou diafanizados. Foi realizada a curadoria na Coleção Entomológica, a qual contém as seguintes ordens: Hymenoptera, Homoptera, Blattaria, Orthoptera, Hemiptera, Odonata, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Neuroptera e Phasmatodea. A partir das ações práticas, os petianos puderam perceber que a curadoria deve ser contínua, e para isso, exige muita dedicação e trabalho em equipe. Ao compartilhar o histórico e inventário inicial, espera-se que os atuais e futuros alunos sintam-se sensibilizados, compreendam, valorizem e cuidem

de cada espécime depositado. Espera-se também que as atividades desenvolvidas possam servir de base para outras instituições interessadas em iniciar e manter coleções zoológicas.
PALAVRAS-CHAVE: curadoria, entomologia, Hexapoda, PET-Biologia

ABSTRACT: The aim of this study is to know the history, start curation and list some taxa of the zoological collection of the Pontifical Catholic University of Campinas (PUC-Campinas). To achieve this goal, students from the Tutorial Education Program of the Faculty of Biological Sciences organized and participated in several preparatory training courses and researched the collection's history. During curation, several meetings were held with these students in order to demonstrate how to organize, clean, and catalog specimens using specific notebooks and identification labels. The zoological collection completed 45 years in 2020 and has specimens from various localities worldwide. The students identified nine main phyla with specimens in a liquid preservative (e.g., alcohol), dried or diaphanized. Curation actions were carried out in the following orders of the Entomological Collection: Hymenoptera, Homoptera, Blattaria, Orthoptera, Hemiptera, Odonata, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Neuroptera, and Phasmatodea. Through these actions, the students were able to understand that the curation must be continuous as well as requiring a lot of dedication and teamwork. Revealing this history and the initial collection listing, it is expected to raise awareness among current and future students in relation to the value and importance of each specimen cataloged. It is also expected that the curation actions developed can be the basis for other institutions interested in starting and maintaining zoological collections.
KEYWORDS: curation, entomology, Hexapoda, PET-Biologia.

1 | INTRODUÇÃO

Coleções zoológicas possuem grande potencial para estudos em diversas áreas do conhecimento, o que assinala os valores histórico, cultural e científico conforme os usos para os quais são destinadas (COELHO-LIMA; JUCÁ; FONSECA *et al.*, 2020; ULYSSÉA; BRANDÃO, 2020; ZAHER; YOUNG, 2003). Como recurso didático, despertam grande interesse dos alunos facilitando a aprendizagem por permitir uma prática ativa aliando recursos visuais e táteis (AZEVEDO; FIGUEIRÓ; ALVES *et al.*, 2012; MOURA; BEZERRA; BRASIL *et al.*, 2020). No campo da pesquisa, coleções zoológicas são fundamentais para salvaguardar espécimes insubstituíveis. Nesse sentido, elas devem ser vistas como patrimônio memorial da diversidade biológica do País, sendo bancos de dados essenciais para o desenvolvimento científico e tecnológico nacional (DE CAMARGO; DE OLIVEIRA; FRIZZAS *et al.*, 2015)

Apesar de toda essa importância, as coleções zoológicas de todo o mundo têm enfrentado diversos desafios relacionados à financiamento e aquisição de novos espécimes. A falta de financiamento reflete dois pontos principais para suporte a uma coleção científica: i) baixa formação e contratação de recursos humanos e ii) falta de material e condições adequadas para a correta manutenção da coleção. Muitas vezes, as coleções zoológicas são bancadas pela própria instituição e seus respectivos pesquisadores.

Com relação a aquisição de novos espécimes, existem as dificuldades de coleta e as dificuldades burocráticas. Alguns animais são sazonais, aparecendo para os pesquisadores apenas durante um curto período e/ou são encontrados em locais de difícil acesso – dificultando a coleta. As dificuldades burocráticas estão relacionadas a uma legislação desatenta às demandas da comunidade científica e a vivência do trabalho de campo (ZAHER; YOUNG, 2003).

A Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), assim como a maioria das instituições nacionais e internacionais, tem enfrentado os mesmos problemas listados acima. Porém, ciente da importância de sua coleção zoológica (com 45 anos de história), o grupo do Programa de Educação Tutorial da Faculdade de Ciências Biológicas (PET-Biologia) da PUC-Campinas tem se dedicado à manutenção desse rico acervo. O PET-Biologia utiliza parte de sua verba anual oriunda do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), paga pela Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação (SESu/MEC), capacitando os petianos e técnicos de laboratório e realizando ações de curadoria.

O PET-Biologia acredita que, por meio da capacitação e curadoria é possível beneficiar a comunidade acadêmica, fornecendo subsídios para desenvolvimento de habilidades profissionais e elevando a qualidade de ensino. Essas ações contribuirão para o alcance dos objetivos estabelecidos de conservação da biodiversidade e aperfeiçoamento do acervo da instituição.

Diante desse cenário, nosso objetivo é compartilhar a pesquisa feita sobre o histórico e o acervo atual da PUC-Campinas bem como as ações de capacitação e curadoria que o PET-Biologia tem feito para sua correta manutenção.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Desde 2015, o PET-Biologia em parceria com a direção da Faculdade de Ciências Biológicas da PUC-Campinas, tem oferecido cursos sobre curadoria e taxonomia para funcionários, professores e alunos da graduação. O objetivo dos cursos foi capacitar e atualizar os petianos, os quais são continuamente substituídos devido à rotatividade normal de um grupo formado por alunos da graduação. Todos os cursos foram teórico-práticos utilizando-se dos espécimes da coleção depositada nos Laboratórios da Faculdade de Ciências Biológicas.

A partir de outubro de 2019, com orientação da Renata Alitto, foi iniciado o projeto regular de curadoria da coleção zoológica, que envolve os integrantes do PET-Biologia, técnicos de laboratório e professores relacionados à área zoológica. A seguir, serão apresentadas as principais etapas desse projeto regular.

A primeira etapa foi conhecer a história da Coleção Zoológica da PUC-Campinas no intuito de sensibilizar toda a equipe e entender a importância da coleção. Para isso,

foi realizada uma entrevista com as professoras Luiza Ishikawa Ferreira e Monica Pinto de Oliveira. A entrevista foi realizada por meio da plataforma GoogleMeet no dia 23 de setembro de 2020 e teve duração de uma hora e trinta minutos. Participaram da entrevista: Renata Alitto e os alunos do PET-Biologia Ana Vitória Volpato Jensen, Beatriz Herrera Poltronieri, Beatriz Moreira Picolli, Gabriel Franco Piovesana, Julia Giacomin, Leonardo da Silva Gasparino, Letícia Maria Penachin, Pamela Salles de Magalhães, Stella Prado Nogueira, Thomaz Antonio Ferreira Fantini, Vinicius Garcia Rodolfo e Vitor Cavicchia de Paula.

A segunda etapa foi orientar os petianos e funcionários a realizarem um levantamento das principais ordens depositadas na coleção bem como conhecer e entender suas formas de preservação. Durante o levantamento, foram observados espécimes da coleção entomológica deteriorados, consequência da ação de dois insetos xilófagos: cupins *Cryptotermes brevis* da família Kalotermitidae (cupim-de-madeira-seca), o qual é considerado o mais prejudicial à madeira, e traças *Lasioderma serricorne* (família Anobiidae) da Ordem Thysanura (Figura 1A). Por esse motivo, o grupo optou por iniciar os processos de curadoria na Coleção Entomológica.

A terceira etapa foi a revitalização dos espécimes e das caixas das coleções. No caso do material biológico, cada espécime foi examinado e alocado para uma das três categorias: descarte, recuperação e reorganização. Os espécimes mais deteriorados foram descartados enquanto os menos deteriorados foram recuperados. A recuperação teve objetivo de restaurar espécimes com pernas e/ou antenas quebradas e foi realizada pelos técnicos do laboratório. Na última categoria, os exemplares foram destinados para as caixas permanentes. No caso das caixas de madeira e do isopor, foi feita uma limpeza para remover poeira e restos de material biológico, e o papel de fundo foi trocado. Por último, foi feita a reposição da naftalina em cada caixa.

Na etapa seguinte, o grupo iniciou o trabalho de separação e contabilização do Filo Arthropoda. Primeiro, os exemplares foram separados dos demais itens da coleção e suas principais ordens foram contabilizadas. Em seguida, o grupo PET-Biologia foi dividido em subgrupos de trabalho, sendo que cada subgrupo escolheu uma ordem taxonômica para realizar a separação e tombamento.

Os espécimes foram organizados em duas coleções principais: i) científica para utilização de pesquisadores internos e externos à Faculdade com interesse em realizar monografias, dissertações, teses e outros projetos de pesquisa – espécimes com informações de data e local de coleta (Figura 1B); ii) didática destinada para uso em aulas práticas do currículo da Faculdade de Ciências Biológicas – espécimes sem informações de data ou local de coleta (Figura 1C). Para cada uma das coleções foi atribuído um livro tombo de coloração diferente para facilitar sua identificação, vermelho para científica e azul para didática. Em ambos os casos, os livros tombo contém a seguinte organização interna: nome da coleção, número de tombo, família, espécie, coletor, data, local, nome popular e

observação, dispostas nessa ordem e em diferentes colunas (Figura 1D). Cada exemplar foi catalogado no livro, recebeu um número de tombo e foi identificado por duas novas etiquetas, uma com a sigla da coleção e número de tombo, impressa no tamanho 2,3 cm de comprimento por 0,8 cm de largura (Figura 1E) e outra com dados adicionais impressa no tamanho 3,5 cm de comprimento 2,5 cm de largura (Figura 1F) .

Para a Coleção Zoológica Didática (CZD), foram separadas duas caixas de madeira para expor as principais ordens entomológicas: Hymenoptera, Homoptera, Blattaria, Orthoptera, Hemiptera, Odonata, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Neuroptera e Phasmatodea. Utilizou-se etiquetas com o nome das ordens para realizar a organização dos espécimes. Essas etiquetas foram produzidas no Microsoft Word, medindo aproximadamente 1,5 cm de altura e 10,0 cm de largura. Em seguida, as etiquetas foram impressas em folha branca A4, recortadas e fixadas no papel de fundo por meio de alfinetes pelos integrantes do PET-Biologia.

Para a Coleção Zoológica Científica (CZC), optou-se por trabalhar inicialmente com os Orthoptera. Todos os espécimes foram catalogados no livro tombo e as etiquetas de coleta de cada exemplar foram mantidas. Nesse processo de tombamento, cada subgrupo destinou um integrante para a leitura das etiquetas de coleta e outro para a escrita no livro tombo, a fim de padronizar a letra presente no material. Ainda, outros dois integrantes do subgrupo foram alocados para o recorte e adição da etiqueta de número de tombo para cada espécime.

Para a CZC de Orthoptera, foram elaborados tabela, gráficos e um mapa no Microsoft Excel. A tabela foi elaborada utilizando os dados presentes no caderno tombo e serviu de base para confecção dos gráficos e mapa. Os gráficos foram produzidos com o intuito de testar se havia relação entre a quantidade de espécimes, nome popular e local de coleta. O mapa foi criado contendo os dados de dispersão dos indivíduos pelos locais coletados a partir de http://www.bibliotecavirtual.sp.gov.br/temas/sao-paulo/sao-paulo-aspectos-territoriais.php.
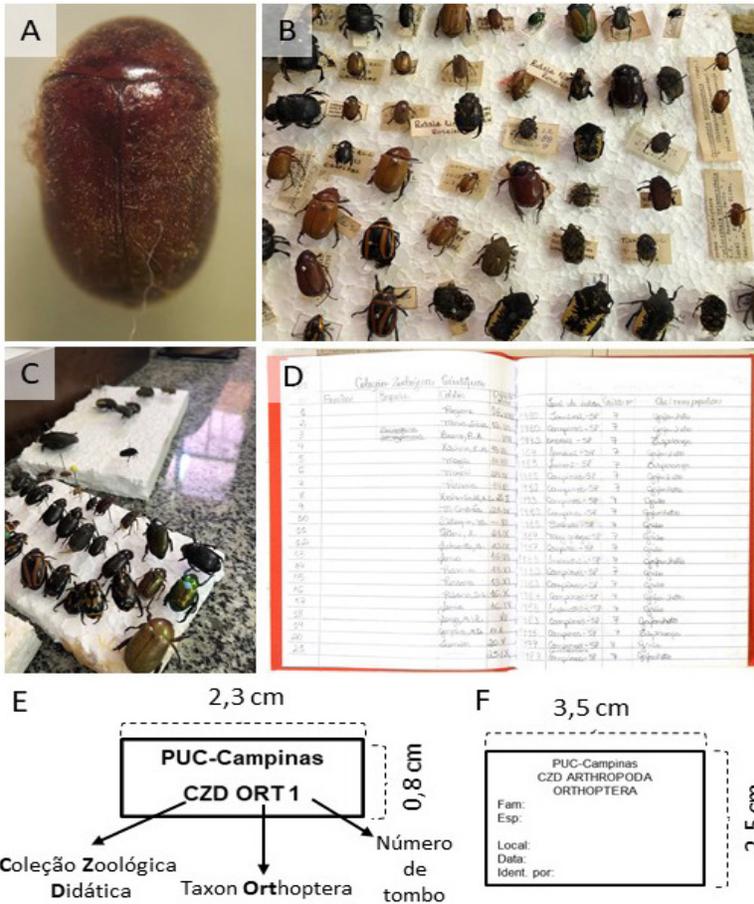
Figura 1. A. Traça *Lasioderma serricorne* (família Anobiidae) encontrada na coleção; **B.** Espécimes de Coleoptera com informações de data e local de coleta – separados para a Coleção Científica; **C.** Espécimes de Coleoptera sem informações de data ou local de coleta – separados para a Coleção Didática; **D.** Caderno de tombo da Coleção Cientifica de Orthoptera; **E.** Exemplo de etiqueta com nome da coleção e número de tombo impressas no tamanho 2,3 cm de comprimento por 0,8 cm de largura; **F.** Exemplo de etiqueta com nome da coleção e dados do espécime impressas no tamanho 3,5 cm de comprimento por 2,5 cm de largura.

3 I RESULTADOS

3.1 Histórico da coleção

A coleção zoológica da PUC-Campinas teve início em março de 1975 quando o professor e entomólogo José Cláudio Hofling se juntou aos docentes da faculdade de Ciências Biológicas. O Prof. Hofling levou seu acervo pessoal de coleções zoológicas, principalmente insetos, e disponibilizou para aulas na instituição. Em 1976, os cursos práticos de Ciências Biológicas iniciaram. Durante esse ano, teve um aumento do acervo

de animais marinhos, principalmente de pequenos invertebrados.

Em 1979, a professora Monica Pinto de Oliveira e em 1981 a professora Luiza Ishikawa Ferreira se juntaram à equipe de professores e começaram a trabalhar em conjunto com o Prof. Hofling com o objetivo de cuidar e aumentar a coleção zoológica. Um exemplo do trabalho em conjunto foi a obtenção de raspas de cnidários, poliquetas e ascidia incrustados no casco de barcos que foram selecionados no laboratório para o acervo.

A partir de 1981, a Prof.ª Luiza começou a trazer diferentes espécimes de lugares variados. A exemplo, espécimes de crustáceos descartados pelo laboratório de pesquisa do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP), recuperados por ela, e larvas de peixes marinhos doados pelo pesquisador Prof. Dr. Yasunobu Matsuura (IO-USP) – falecido.

Boa parte dos espécimes coletados é resultado do trabalho desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Ecossistemas Aquáticos Sujeitos a Impactos Ambientais, formado por professores, como a Prof.ª Luiza, Prof. Hofling, Francisco Borba Ribeiro Neto e Mithitaka Soma, alunos bolsistas de Iniciação Científica (IC) e monitores.

O grupo iniciou a pesquisa no Complexo Estuarino-lagunar de Cananéia, litoral sul do estado de São Paulo. Em seguida, se dedicaram a realizar coletas em água doce no reservatório de Salto Grande – CPFL em Americana (Figuras 2 e 3) em parceria com a mesma, e depois foram para o Sistema Cantareira, no Jaguari (Virgem, SP) e Paiva Castro (Mairiporã, SP).

Algumas espécies de peixes de água doce da coleção são deste período do grupo de pesquisa. Os professores e integrantes do grupo fizeram várias coletas de peixes por arrasto, na época ainda legalizado, retiraram uma subamostragem e devolviam os demais espécimes para a água. Parte do material coletado foi depositado na coleção da PUC-Campinas e serviu como base para diversos Trabalhos de Conclusão de Curso da universidade.

Alguns alunos egressos também contribuíram para a formação do acervo atual. Um aluno em especial, Eduardo Massami Kitahara, participou de diversas expedições a bordo de um navio alemão e conseguiu coletar alguns exemplares de Urochordata em 1982. O pesquisador do Instituto Butantan, Mithitaka Soma e Prof. da PUC-Campinas fez doações de serpentes, e com isso, a coleção teve um aumento significativo.

Na década de 1990, a PUC-Campinas teve um pequeno museu, que agregava a biologia, anatomia e parasitologia em um de seus blocos no Campus II. Porém, seu funcionamento foi curto e seu acervo foi distribuído entre cursos da própria faculdade.

Durante alguns anos, a PUC-Campinas manteve um ranário, gerido pelo Prof. Hofling. Infelizmente, os girinos desse ranário morreram sem motivo aparente. Porém, boa parte dos girinos foi incorporada à coleção, e hoje, são utilizados para aulas na graduação.

Atualmente, a universidade conta com: Prof.ª Luiza, Prof.ª Monica, ambas dedicadas

à coleção e ao ensino de Zoologia; técnicos de laboratório Maurício Solera Rodrigues da Silva, Edvaldo Cruz, Maria Aparecida Soares da Silva e Márcia Resende Ferreira Watanabe e alunos do PET-Biologia. Todas essas pessoas, juntamente com a Diretora da Faculdade de Ciências Biológicas, Prof.ª Luciane Kern Junqueira, tem se dedicado em manter e aumentar esse rico acervo zoológico da instituição.

Figura 2. À esquerda o Prof. Francisco Borba Ribeiro Neto, o Prof. José Cláudio Hofling, no centro das bancadas profa Luiza, estagiários e técnicos que colaboraram também nas coletas de campo e enriquecimento do material didático do Laboratório de Zoologia. Essa foto dos integrantes do grupo de pesquisa (1997/1999) foi tirada no laboratório de Zoologia. Período em que se fazia a coleta de campo no reservatório de Salto Grande (Americana, SP) em parceria com a CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz).
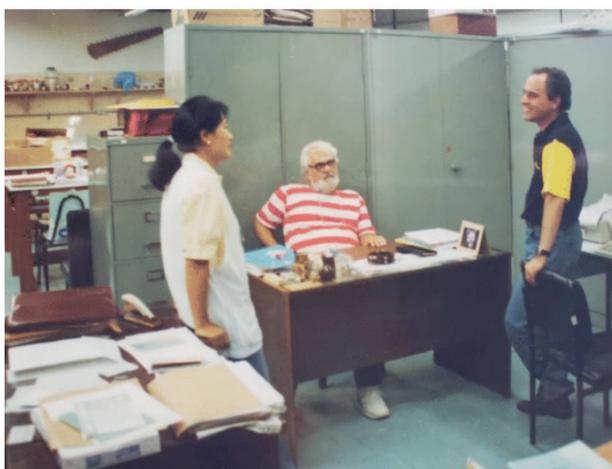
Figura 3. Da esquerda para a direita: Prof.ª Luiza Ishikawa Ferreira, Prof. José Claudio Hofling e prof. Francisco Borba Ribeiro Neto.

3.2 Cursos de capacitação

Os cursos de capacitação ocorrem desde 2015 e participam principalmente os alunos do PET-Biologia, podendo haver também a participação de técnicos de laboratório e a contribuição de alguns professores internos e externos à PUC-Campinas. Ao todo, foram sete cursos oferecidos de 2015 a 2019:

3.2.1) "Coleções Zoológicas: técnicas de coleta, fixação e curadoria'' ocorreu nos dias 15, 23 e 29 de abril e 7 e 14 de maio de 2015 com duração total de 10 horas. Esse curso foi ministrado pela Professora Doutora Michela Borges e pelo biólogo Artur Nishibe Furegatti, ambos do Museu de Zoologia da Unicamp. Houve participação dos petianos: Alyne Cardinalli Christofoletti, Aramys Rocchetti de Mello Cesar, Bárbara Aissa Melhado, Gabrielle Maria Fonseca Pierangeli, Josisleine Recalde Allaion Ferreira, Juliana Eugênia Filippini, Letícia Noveleto Chiquetto, Lívia Bessa de Paula, Nathália Lourenço Lopes de Oliveira, Nicoly Monique Bueno de Camargo, Patrícia Pereira de Andrade, Sóstenes Giovani Oliveira Bueno, Thaís Moraes Azevedo Maetsuka e Thales Guimarães Parolari.

3.2.2) "Coleções zoológicas: técnicas de coleta, fixação e curadoria" ocorreu nos dias 18, 24 de maio e 1, 8 e 15 de junho de 2016 com duração total de 10 horas. O curso foi ministrado pela Professora Doutora Michela Borges e pela Professora Mestre Renata Alitto, ambas do Museu de Zoologia da Unicamp. Os participantes foram apenas alunos: Ana Luíza Cruz, Bárbara Aparecida Pereira da Rocha Cardeli, Emilly Thainá de Oliveira, Fernanda Smaniotto, Flávio Martinuzzo Contento, Gabriela de Souza Oliveira, Gustavo de Oliveira Alves, Julia Peres Ramalho, Juliana Tessari Coralli, Leonardo Acorinti Colagrossi, Natália Scanavachia da Silva, Rafael Casarini de Mendonça, Talitha Bertazzo e Victor de Haidar e Bertozzo.

3.2.3) "Taxonomia da Ordem Lepidoptera" ocorreu dia 27 de setembro de 2017 com duração total 3 horas e foi ministrado pela Professora Mônica Pinto de Oliveira (Figura 4). Participaram os técnicos de laboratório Edvaldo Cruz, Marcelo Estevão de Oliveira, Márcia Rezende F. Watanabe, Maria Ap. S. Silva e Maurício Solera Rodrigues da Silva, e os alunos Bruno Gerfi Bertozzi, Beatriz de Oliveira Tristão, Carolaine Rodrigues Santos, Carolina Denilo Marcelo, Erick Hoffmann Prado, Gustavo De Oliveira Alves, Lara Letícia Gaspar, Luiz Gustavo de Matos, Lucas Santos Bezerra, Melissa Bittencourt de Wallau, Natália Eloize da Silva Gomes, Nicole Jara Serinhani, Rafael Casarini de Mendonça e Vinicius José de Maróstia Paio.

3.2.4) "Introdução sobre Coleções entomológicas", montagem e identificação de Lepidoptera, ocorreu nos dias 12, 13 e 14 de dezembro de 2017 com duração total de 10 horas. O curso foi ministrado pelo Professor Doutor Eduardo de Proença Barbosa e pela Professora Doutora Thamara Zacca Bispo Taumaturgo, ambos vinculados ao Departamento de Biologia Animal da Unicamp. Participaram os petianos Beatriz de Oliveira Tristão, Bruno Gerfi Bertozzi, Carolaine Rodrigues Santos, Carolina Denilo Marcelo, Erick Hoffmann Prado,

Gustavo de Oliveira Alves, Lara Letícia Gaspar, Lucas Santos Bezerra, Luiz Gustavo de Matos, Melissa Bittencourt de Wallau, Marcelo Estevão de Oliveira, Natalia Eloize da Silva Gomes, Nicole Jara Serinhani, Vinicius José Maróstica Paio, os técnicos Edvaldo Cruz, Márcia Rezende F. Watanabe, Maria Ap. S. Silva e Maurício Solera Rodrigues da Silva, e a professora Monica Pinto de Oliveira.

3.2.5) “Taxonomia e reorganização da coleção de Lepidoptera da PUC-Campinas” ocorreu nos dias 25, 26 e 28 de junho de 2018, teve duração total de 10 horas. O curso foi ministrado pelo Professor Doutor Eduardo de Proença Barbosa e pela Professora Doutora Thamara Zacca Bispo Taumaturgo, ambos vinculados ao Departamento de Biologia Animal da Unicamp. Participaram os petianos Beatriz de Oliveira Tristão, Carolaine Rodrigues Santos, Erick Hoffmann Prado, Guilherme Afonso Dias Rodrigues, Gustavo de Oliveira Alves, Lara Freitas de Almeida Foglia, Lara Letícia Gaspar, Letícia Maria Penachin, Lucas Santos Bezerra, Melissa Bittencourt de Wallau, Taynara Souza Soto e Vinicius José Maróstica Paio.

3.2.6) “Curadoria e identificação de Coleoptera” ocorreu nos dias 30 e 31 de outubro de 2018 com duração total 8 horas. O curso foi ministrado pelo Mestre Bruno Zilberman, Mestre Francisco Eriberto de Lima Nascimento, Doutoranda Letizia Janaína Migliore, Mestrando Rafael Clayton de Jesus e Sousa. Participaram os petianos Ana Vitória Reina da Silva, Carolaine Rodrigues Santos, Eliezer Machado dos Santos, Erick Hoffmann Prado, Guilherme Afonso Dias Rodrigues, Jaqueline Sales de Paula, Lara Freitas de Almeida Foglia, Lara Letícia Gaspar, Letícia Maria Penachin, Lucas Santos Bezerra, Taynara Souza Soto e Vinicius José Maróstica Paio.

3.2.7) Em 2019, teve início um projeto regular de curadoria da Coleção. Esse projeto começou com o curso de capacitação “Curadoria: Coleções Zoológicas” ministrado por Renata Alitto. O curso teve duração de nove horas e ocorreu nos dias 17, 24 e 31 de outubro de 2019 e abordou os conteúdos sobre a importância das coleções zoológicas; as formas de preservação, organização e manuseio do material; também compreendendo as diferenças entre as coleções científica, didática e expositiva; por meio de aulas dialogadas, recursos multimídia e atividades práticas. Os técnicos capacitados foram: Maurício Solera Rodrigues da Silva, Edvaldo Cruz, Maria Aparecida Soares da Silva e Márcia Resende Ferreira Watanabe. Os alunos do PET-Biologia capacitados foram: Ana Vitória Volpato Jensen, Beatriz Herrera Poltronieri, Beatriz Moreira Picolli, Gabriel Franco Piovesana, Julia Giacomin, Leonardo da Silva Gasparino, Leticia Maria Penachin, Pamela Salles de Magalhães, Stella Prado Nogueira, Thomaz Antonio Ferreira Fantini, Vinicius Garcia Rodolfo e Vitor Cavicchia de Paula. Participaram do curso também as professoras Luiza Ishikawa Ferreira e Mônica Pinto de Oliveira (Figura 5).

Figura 4. Prof.ª Mônica Pinto de Oliveira ministrou o curso “Taxonomia da Ordem Lepidoptera” em 2017.

Figura 5. Parte da equipe que participou do curso de capacitação “Curadoria: Coleções Zoológicas” em 2019. Da esquerda para direita em pé: Gabriel Franco Piovesana, Letícia Maria Penachin, Edvaldo Cruz, Maria Aparecida Soares da Silva, Renata Alitto, Monica Pinto de Oliveira, Maurício Solera Rodrigues da Silva, Márcia Resende Ferreira Watanabe, Thomaz Antonio Ferreira Fantini, Vitor Cavicchia de Paula e Vinicius Garcia Rodolfo, agachados: Leonardo da Silva Gasparino, Julia Giacomin, Pamela Salles de Magalhães, Ana Vitória Volpato Jensen, Beatriz Herrera Poltronieri, Beatriz Moreira Picolli.

3.3 Inventário geral

Foram identificados nove filos principais (Tabela 1 e Figura 6). Porém, a coleção zoológica certamente contém um número maior de filos a serem inventariados futuramente.

Os espécimes estão preservados em via úmida, via seca ou diafanização. A via úmida (álcool 70%) foi o método utilizado para preservar a maioria dos filos de animais, tanto de invertebrados como vertebrados, principalmente répteis e peixes, e não é uma metodologia adequada para animais com pelos ou penas.

A via seca é utilizada para materiais de difícil decomposição, como ossos e peles dos vertebrados. Esta via também é propícia para a preservação dos insetos presentes na nossa coleção entomológica, a qual é o foco deste artigo.

A diafanização é uma técnica de conservação utilizada para o estudo de tecidos e esqueleto de pequenos animais. Esse processo visa o desmantelamento da musculatura do animal e o emprego de corantes para observação dos tecidos e ossos com maior facilidade.

Nome do Filo	Nome popular
Porifera	Esponja, esponja de vidro
Cnidaria	Água-viva, anêmona, coral
Platyhelminthes	Planária
Bryozoa	Briozoários
Mollusca	Caramujo, lesma, polvo
Arthropoda	Caranguejo, siri, lagosta, camarão, besouro, vespa, mosca, broquinha, abelha, borboleta, caranguejo-ferradura
Echinodermata	Estrela-do-mar, pepino-do-mar, ouriço-do-mar, bolacha-do-mar, pluma-do-mar, serpente-do-mar
Hemichordata	Verme
Chordata	Faisão, jacaré, morcego, linguado

Tabela 1. Filos identificados na CZD com os respectivos nomes populares de alguns exemplares presentes na coleção.
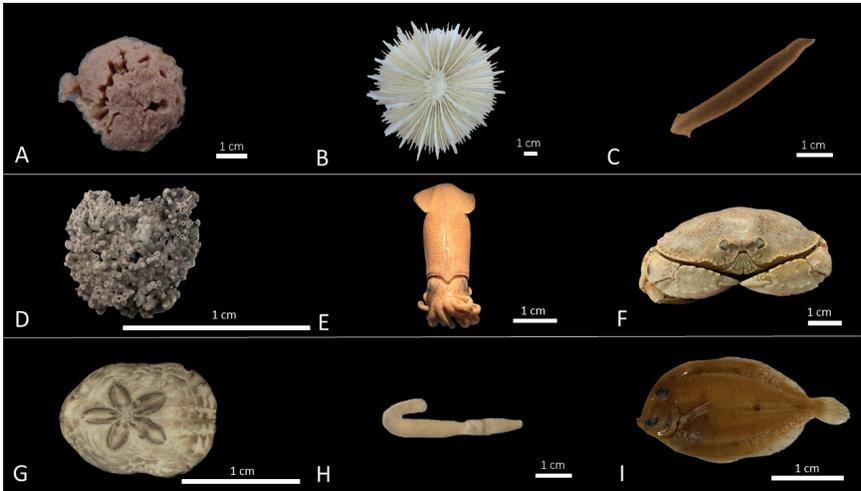
Figura 6. Alguns exemplares da Coleção Zoológica Didática. A. Porifera; B. Cnidaria; C. Platyhelminthes; D. Bryozoa; E. Mollusca; F. Arthropoda – Crustacea; G. Echinodermata - Echinoidea; H. Hemichordata; I. Chordata.

3.4 Coleção entomológica

A) Coleção Zoológica Didática (CZD)

Ao todo, foram contabilizados 3542 espécimes (spms), dos quais as principais ordens foram: Coleoptera (2559 spms), Lepidoptera (620 spms), Orthoptera (227 spms) e Blattaria (136 spms). Esses espécimes estão preservados em via seca dentro de caixas entomológicas, juntamente com a presença de naftalina (Figura 7). Outras ordens da coleção serão organizadas e contabilizadas futuramente.
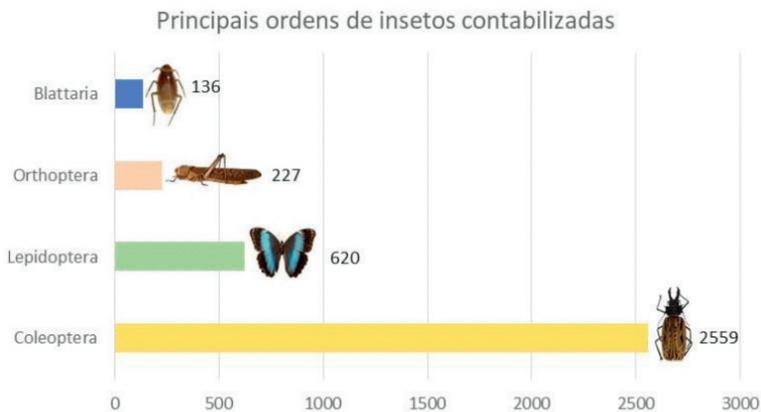
Figura 7. Principais ordens da Coleção Zoológica Didática Entomológica.

Duas caixas entomológicas foram organizadas para uso didático durante o curso de curadoria e aulas práticas de Zoologia. Cada caixa contém representantes das seguintes ordens: Hymenoptera, Homoptera, Blattaria, Orthoptera, Hemiptera, Odonata, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Neuroptera e Phasmatodea. Alguns espécimes foram fotogrados (Figura 8).
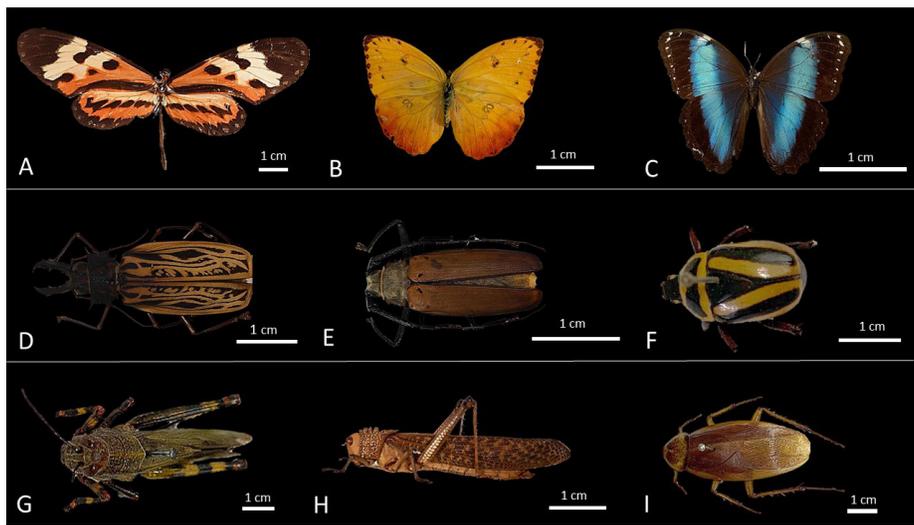
Figura 8. Alguns espécimes da Coleção Zoológica Didática de Entomologia. A, B, C) Lepidoptera; D, E, F) Coleoptera; G, H) Orthoptera; I) Blattaria.

B) Coleção Zoológica Científica (CZC)

Com relação à CZC de Orthoptera, foram contabilizados 120 espécimes (Figura 9). A CZC de Orthoptera é majoritariamente composta por gafanhotos coletados na região de Campinas (SP). O segundo subgrupo mais presente é das esperanças, seguido pelo subgrupo dos grilos também predominantemente coletados em Campinas. Além disso, a cidade de Campinas foi a única que possui todos os subgrupos dessa coleção. A coleção ainda possui um espécime dos subgrupos dos grilos e das esperanças coletados no estado de Minas Gerais, na cidade de Borda da Mata (Figura 10).

Figura 9. Coleção Zoológica Científica de Orthoptera. Espécimes com etiqueta do número de tombo.

Figura 10. Mapa dos locais de coleta da Coleção Científica de Orthoptera.

3.5 Apresentação dos resultados obtidos

Como fruto de todo o trabalho realizado pelos petianos, foi apresentado um trabalho na modalidade “poster” durante o XXXIII Congresso Brasileiro de Zoologia, ocorrido em Águas de Lindóia entre 2 e 6 de março de 2020. O trabalho é intitulado “Coleções de Hexapoda da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas)” (SOLERA; ALITTO; DE OLIVEIRA *et al.*, 2020). A realização e apresentação desse trabalho foi uma excelente oportunidade para os petianos terem contato com várias atividades – como trabalho em equipe, captura de dados e imagens, elaboração do poster – necessárias para apresentação de trabalhos em congressos.

4 I DISCUSSÃO

No ano de 2020, a coleção zoológica da PUC-Campinas completou 45 anos de história. Conhecer a trajetória da coleção até aqui significa valorizar o árduo trabalho de cada indivíduo que participou e ainda participa dela como funcionários, discentes e docentes. Também significa entender o valor inestimável e insubstituível de cada espécime coletado, como por exemplo, uma Ascidiacea coletada durante uma expedição à Antártica. A partir da publicação do histórico e inventário inicial, espera-se que os atuais e futuros alunos sintam-se sensibilizados, compreendam, valorizem e cuidem de cada espécime depositado.

Diante de todo esse histórico e importância da coleção, o PET-Biologia em parceria com a direção da Faculdade de Ciências Biológicas da PUC-Campinas, tem investido em cursos de capacitação em curadoria zoológica. Embora a curadoria seja abordada no curso de Ciências Biológicas, o grupo PET-Biologia, sustentado por seus três pilares da pesquisa, ensino e extensão, busca aprimorar habilidades profissionais e conhecimento por meio de atividades coletivas de catalogação das informações taxonômicas e de coleta, acondicionamento adequado de materiais de coleções zoológicas e elaboração de trabalhos científicos. A capacitação foi essencial para os petianos entenderem o conceito teórico e prático da curadoria.

A curadoria é um processo com foco na manutenção, ampliação, organização e gerenciamento de coleções, as quais podem ser utilizadas em estudos acadêmicos e durante o ensino-aprendizagem em aulas práticas. Os petianos puderam entender e vivenciar quatro pontos principais: i) a curadoria demanda esforço e necessita de trabalho em equipe para obter êxito no processo; ii) a revitalização das coleções antigas é essencial para o registro da biodiversidade (OLIVEIRA; COSTA, 2016) e pode ter como consequência, descrições de novas espécies e novos registros de ocorrência; iii) importância de se fazer a curadoria com cautela para cuidar dos exemplares e da biodiversidade ali presente (ULYSSÉA; BRANDÃO, 2020); iv) a necessidade de cuidar e expandir o acesso das coleções às comunidades locais (ex. escolas da educação básica) e científicas (ex. universidades) (PIMENTA; VASCONCELOS; RODRIGUES *et al.*, 2017).

A curadoria da coleção levou a observação de alguns dados interessantes, como por exemplo, o alto número de Insecta depositado. Esse resultado está atrelado a três motivos principais. Em primeiro lugar, porque os insetos possuem a maior abundância e riqueza do mundo animal, cerca de um milhão de espécies descritas, e estão presentes em praticamente todos os ambientes (MISOF; LIU; MEUSEMANN *et al.*, 2014; STORK, 2018). Porém, esse número pode ser ainda maior. Uma estimativa feita em 2018 chegou a cinco milhões de espécies (STORK, 2018), ou seja, há cerca de quatro milhões de espécies a serem descobertas.

Em segundo lugar, o alto número de insetos pode estar relacionado à facilidade de

coleta. Por serem animais extremamente abundantes e por terem um tamanho reduzido, a coleta é simples, não sendo necessário o uso de materiais sofisticados (DE CAMARGO; DE OLIVEIRA; FRIZZAS *et al.*, 2015). De acordo com CRUZ; DE OLIVEIRA E DE FREITAS (2009) p. 13: "O equipamento mais simples que você pode utilizar para coletar insetos são suas próprias mãos". Além das mãos, podemos também fazer o uso de redes entomológicas e até mesmo de bandejas d'água com fundo colorido (CRUZ; DE OLIVEIRA; DE FREITAS, 2009).

E em terceiro lugar, a variedade e número presente na coleção entomológica da PUC-Campinas está muito conectada com as pessoas que colaboraram em seu desenvolvimento, em especial o entomólogo José Cláudio Hofling. O Prof. Hofling fez diversas coletas de insetos para sua pesquisa, especialmente besouros da família Curculionidae. Ao finalizar seus estudos, ele doou o material para uso didático. Esse aumento da coleção para determinados grupos zoológicos é um processo natural e que ocorre em todas as coleções a depender da especialidade do curador na época. A exemplo, o Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas (PUC-Minas) tem uma rica coleção paleontológica, legado do naturalista e Prof. Peter W. Lund (GODÓI, 2019), enquanto a coleção da Museu de Zoologia da Unicamp tem uma destacada coleção de Ophiuroidea, consequência da atual linha de pesquisa da Dra. Michela Borges (DAMIANO; FERREIRA; SERRANO *et al.*, 2020).

Dentre a nossa coleção de insetos, observamos uma alta representatividade regional de Orthoptera, composta por espécimes coletados na região de Campinas. Coleções regionais, como essa, possuem espécimes provenientes de regiões geográficas específicas, ou seja, um acervo com exemplares de toda ou parte da biota de uma região (PAPAVERO, 1994). Devido a essa especificidade regional, há uma tendência da coleção possuir um maior número de locais de amostras por determinada região. Por isso, foi possível classificar e descrever os principais morfotipos de Orthoptera e verificar em quais cidades aparecem esses insetos com mais frequência.

A manutenção da coleção regional de Orthoptera da PUC-Campinas é essencial. Isso porque, encontra-se nas coleções regionais, uma grande oportunidade para um refinamento taxonômico e, posteriormente o descobrimento e classificação de novas espécies de insetos, como apontado por SOUZA-CAMPANA; WAZEMA; MAGALHÃES *et al.* (2020). A exemplo, uma revisão detalhada da Coleção Entomológica do Museu Paraense Emílio Goeldi e do material proveniente do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo até 2015, constatou um total de 27 novas espécies de moscas da família Drosophilidae no estado do Pará (SANTA-BRÍGIDA; SCHMITZ; MARTINS, 2017). Dessa forma, mostra-se evidente a necessidade de um trabalho mais detalhado na nossa coleção de Orthoptera. Só assim, poderemos disponibilizar esses dados para analisar e compreender a biogeografia das espécies, e consequentemente, traçar ações de manejo e conservação.

Tratando dos campos de pesquisa, ensino e extensão, a coleção zoológica da

PUC-Campinas é essencial, visto a diversidade de exemplares contabilizados e filos identificados. Estudos apontam a análise e revisão aprofundadas de coleções zoológicas como fontes importantes de pesquisas científicas nas áreas da taxonomia, biogeografia de espécies e preservação dos materiais do acervo, dado sua importância como referencial científico. Esse tópico vai de encontro com o estudo de COELHO-LIMA; JUCÁ; FONSECA *et al.* (2020), o qual promoveu a recuperação da coleção herpetológica do zoólogo José Santiago Lima-Verde e destacou a recuperação desse acervo como essencial para futuras pesquisas na região da Caatinga.

Toda a coleção da PUC-Campinas está disponível para projetos de pesquisa vinculados à iniciação científica, mestrado, doutorado, pós-doutorado, entre outros. Vários temas podem ser trabalhados usando as coleções, como por exemplo, ecologia, biogeografia, sistemática, agronomia, medicina e farmácia - ramos nos quais as pesquisas podem contribuir para todos os níveis da sociedade (COELHO-LIMA; JUCÁ; FONSECA *et al.*, 2020; ULYSSÉA; BRANDÃO, 2020), como por exemplo, quando se pensa na saúde pública. O conhecimento sobre a biologia e distribuição geográfica pode vir a colaborar no controle biológico natural o qual minimiza os efeitos deletérios.

Como fonte de pesquisa, salienta-se também a coleção como uma fonte inesgotável de possibilidades de avaliação para comparação entre biomas e/ou localidades ou entre diferentes períodos de amostragem. Nesse sentido, podem ser feitas propostas de estratégias de conservação para os biomas estudados, assim como estudos para ampliação dos conhecimentos acerca da biodiversidade de espécies de um dado espaço biogeográfico representado pela coleção (DALZOCHIO; RENNER; SGANZERLA *et al.*, 2018; MARCENIUK; HILSDORF; LANGEANI, 2011; SANTA-BRÍGIDA; SCHMITZ; MARTINS, 2017).

Com relação ao ensino e extensão, também há um grande potencial na coleção da PUC-Campinas. Os trabalhos de restauração e organização da nossa coleção buscam atender tanto os alunos durante a graduação na própria universidade, como vem sendo feito até o momento, quanto atender alunos egressos que se tornaram professores da rede básica de ensino. Assim, pode-se fornecer a possibilidade de um aprendizado prático complementar a alunos de escolas que normalmente não teriam condições de proporcionar essa experiência a eles. Essas atividades práticas contribuirão no processo de ensino-aprendizagem de Ciências e Biologia, e consequentemente para o desenvolvimento social e cognitivo dos alunos (GUIMARÃES-BRASIL; SALES; SOUZA *et al.*, 2017).

Todo o trabalho desenvolvido nos últimos cinco anos dentro da coleção zoológica da PUC-Campinas foi facilitado por meio do apoio e financiamento recebido pelo Programa de Educação Tutorial vinculado à Secretaria de Ensino Superior (SESu) do Ministério da Educação (MEC). O principal objetivo desse programa é estimular alunos universitários a desenvolverem e gerirem projetos extracurriculares relacionados à pesquisa, ensino e extensão (MEC, 2006).

Para que estes projetos possam ser concretizados, o MEC dispõe um auxílio financeiro semestral de quatrocentos reais por integrante bolsista do grupo. Cada grupo PET pode ter até doze alunos bolsistas e seis voluntários, totalizando uma verba máxima de quatro mil e oitocentos reais a ser utilizada exclusivamente com as atividades do grupo (MEC, 2020).

Esse financiamento permite adquirir materiais e serviços para a realização das atividades do grupo. Por meio dessa verba, foi possível adquirir materiais necessários aos procedimentos da curadoria, tais como os cadernos de tombamento da coleção didática e científica, e as placas de acetato-vinilo de etileno (EVA) que revestem as gavetas entomológicas.

Além disso, os petianos bolsistas recebem uma bolsa mensal no valor de quatrocentos reais para uso próprio (MEC, 2020). Esse dinheiro pode ser essencial para o aluno manter-se na instituição de ensino, pagar o transporte diário de ida e vinda ou até financiar os materiais necessários para curso superior. Por todos esses motivos, esperamos continuar recebendo esse auxílio tão importante para a manutenção da coleção bem como para o estímulo dos alunos à vida científica.

5 | PERSPECTIVAS FUTURAS

O PET-Biologia juntamente com a direção da Faculdade de Ciências Biológicas da PUC-Campinas tem como foco o uso das coleções zoológicas para ações de pesquisa, ensino e extensão. Para continuar as atividades, o grupo planejou algumas metas para cada segmento.

No campo da pesquisa, especialmente com relação à coleção científica, pretende-se disponibilizar a coleção para uso interno e externo. Entende-se por interno os próprios estudantes da universidade interessados em utilizar a coleção para seus Trabalhos de Conclusão de Curso e/ou outros necessários durante a graduação em Ciências Biológicas ou áreas afins. E o uso externo poderá ser destinado a estudantes e/ou pesquisadores de outras instituições de pesquisa interessados em ampliar e enriquecer seus trabalhos.

Para atingir esses objetivos na área da pesquisa, a PUC-Campinas pretende enfatizar duas ações: i) divulgar via internet a listagem dos espécimes depositados em suas coleções, e se necessário, emprestá-los; ii) estabelecer novas parcerias entre as universidades da região para intercâmbio de materiais.

Quanto ao ensino e extensão, especialmente por meio da coleção didática, é intencionada a sua organização para contribuir de melhor forma às atividades práticas estabelecidas durante o curso de Ciências Biológicas da universidade. Ademais, pretende-se divulgar e emprestar caixas entomológicas para escolas de ensino regular da região e para alunos do curso de Pedagogia da Faculdade de Educação. Com essas ações, deve aumentar o interesse da comunidade pela zoologia bem como a conscientização da

preservação da biodiversidade.

Com relação à curadoria, pretende-se continuar o trabalho para outros grupos taxonômicos da coleção. Futuramente, a equipe irá se dedicar a realização de propostas solicitando investimento (privados e/ou públicos) para a aquisição de armários de metal e mudança da coleção entomológica para um local mais apropriado.

Quando a curadoria estiver melhor estruturada, será pertinente a contratação de um profissional curador que tenha como objetivo preservar, organizar e zelar a coleção e também promovê-la.

Acredita-se que ao compartilhar o histórico e o acervo atual da PUC-Campinas, os alunos possam se sensibilizar e cuidar deste patrimônio tão rico e insubstituível. Uma das ações para atingir esse objetivo seria a leitura obrigatória do presente artigo pelos alunos ingressantes antes mesmo da primeira aula prática.

Por fim, espera-se também que as atividades desenvolvidas possam servir de base para outras instituições interessadas em iniciar e manter coleções zoológicas. Para tanto, a PUC-Campinas está à disposição para dúvidas, sugestões e novas parcerias – pois só assim, juntos, podemos cuidar da nossa biodiversidade brasileira, tão rica e ao mesmo tempo tão ameaçada.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos imensamente: ao Prof. José Cláudio Hofling por ter iniciado a coleção da PUC-Campinas; às professoras Luiza e Moniquinha por todo o zelo e carinho com a coleção – sempre preocupadas em oferecer as melhores aulas; aos técnicos que passaram pela coleção e contribuíram para sua organização e manutenção, em especial os técnicos atuais Maria, Edvaldo, Márcia e Maurício; petianos anteriores e atuais que se dedicaram em oferecer melhores condições para a coleção; ao MEC pelo apoio financeiro; e ao Museu de Zoologia da Unicamp pela parceria e apoio durante os cursos de capacitação e ações de curadoria – em especial a Dra. Michela Borges.

AUTORIZAÇÕES/RECONHECIMENTO

Ao submeter o trabalho, os autores tornam-se responsáveis por todo o conteúdo da obra.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, H. J. C. C.; FIGUEIRÓ, R.; ALVES, D. R.; SENNA, A. R. O uso de coleções zoológicas como ferramenta didática no ensino superior: um relato de caso. **Praxis**, 4, n. 7, p. 1–6, 2012.

COELHO-LIMA, A. D.; JUCÁ, M. A. D. S.; FONSECA, E. B. F. d.; MEDEIROS, L. C. V. d. *et al.* Rediscovering a forgotten scientific collection in the Rio Grande do Norte State, Brazil: The herpetological collection of the zoologist José Santiago Lima-Verde. **Biota Neotropica**, 20, p. e20180706, 2020.

CRUZ, A. H. d. S.; DE OLIVEIRA, E. F.; DE FREITAS, R. A. **Manual simplificado de coleta de insetos e formação de insetário**. 2009. Disponível em: https://www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=1465&alterarIdioma=sim&novoIdioma=pt#.X8vN32hKiUk. Acesso em: 30 nov. 2020.

DALZOCHIO, M. S.; RENNER, S.; SGANZERLA, C.; PRASS, G. *et al.* Checklist of Odonata (Insecta) in the state of Rio Grande do Sul, Brazil with seven new records. **Biota Neotropica**, 18, p. e20180551, 2018.

DAMIANO, C. d. J. S.; FERREIRA, G. A.; SERRANO, H.; ALITTO, R. A. S. *et al.* Coleções científicas de Echinodermata, Museu de Zoologia da UNICAMP: o crescimento nos últimos dez anos. *In*: XXXIII Congresso Brasileiro de Zoologia, 2020, Águas de Lindóia, SP. p. 667.

DE CAMARGO, A. J. A.; DE OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R.; SONODA, K. C. *et al.* **Coleções entomológicas: legislação brasileira, coleta, curadoria e taxonomia para as principais ordens**. Brasília: Embrapa, 2015. 118 p.

GODÓI, B. R. A Comunicação do legado científico e cultural de Peter Lund pelo Museu de Ciências Naturais da PUC Minas. *In*: Anais do VIII Encontro de Pesquisa em História da UFMG, 2019, Belo Horizonte, MG. p. 377–387.

GUIMARÃES-BRASIL, M. O.; SALES, F. A. L.; SOUZA, E. A.; CRUZ, C. E. F. *et al.* Construção de caixas entomológicas como ferramenta ao ensino-aprendizagem em cursos técnicos de agrárias. **Holos**, 1, p. 21–30, 2017.

MARCENIUK, A. P.; HILSDORF, A. W. d. S.; LANGEANI, F. A ictiofauna de cabeceiras do rio Tietê, São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, 11, n. 3, p. 217–236, 2011.

MEC. **Programa de Educação Tutorial - PET: Manual de Orientações Básicas**. 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=338-manualorientabasicas&category_slug=pet-programa-de-educacao-tutorial&Itemid=30192. Acesso em: 02 dez. 2020.

MEC. **Ministério da Educação (MEC): Educação Tutorial**. 2020. Disponível em: https://www.fnde.gov.br/programas/bolsas-e-auxilios/eixos-de-atuacao/educacao-tutorial. Acesso em: 2 de dez. 2020.

MISOF, B.; LIU, S.; MEUSEMANN, K.; PETERS, R. S. *et al.* Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution. **Science**, 346, n. 6210, p. 763–767, 2014.

MOURA, P. D. C.; BEZERRA, M. S.; BRASIL, D. F.; GUIMARÃES-BRASIL, M. O. Coleção de Abelhas como Ferramenta Didática Facilitadora para a Aprendizagem no Ensino Técnico. **Holos**, 36, n. 2, p. e8398, 2020.

OLIVEIRA, P. S.; COSTA, P. M. S. A coleção malacológica do Museu Oceanográfico Prof. Eliézer de Carvalho Rios, RS, Brasil, como repositório da biodiversidade biológica. **Arquivos do Mar, Fortaleza**, 49, p. 17–25, 2016.

PAPAVERO, N. **Fundamentos práticos de taxonomia zoológica: coleções, bibliografia, nomenclatura**. São Paulo: Editora da Universidade Paulista, 1994. 285 p.

PIMENTA, A. L.; VASCONCELOS, T. P. d. C.; RODRIGUES, D. L.; MARCELO, M.-R. *et al.* A importância da curadoria de coleções zoológicas do Subfilo Vertebrata para à comunidade científica. **Revista Presença**, 3, p. 17–34, 2017.

SANTA-BRÍGIDA, R.; SCHMITZ, H. J.; MARTINS, M. B. Drosophilidae (Insecta, Diptera) in the state of Pará (Brazil). **Biota Neotropica**, 17, n. 1, p. e20160179, 2017.

SOLERA, M.; ALITTO, R. A. S.; DE OLIVEIRA, M. P.; WATANABE, M. R. F. *et al.* Coleções de Hexapoda da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas). *In*: XXXIII Congresso Brasileiro de Zoologia, 2020, Águas de Lindóia, SP. p. 690.

SOUZA-CAMPANA, D. R.; WAZEMA, C. T.; MAGALHÃES, F. S.; SILVA, N. S. *et al.* Coleção de referência do Laboratório de Mirmecologia do Alto Tietê, São Paulo, Brasil: status atual e perspectivas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, 15, n. 1, p. 317–336, 2020.

STORK, N. E. How Many Species of Insects and Other Terrestrial Arthropods Are There on Earth? **Annual Review of Entomology**, 63, n. 1, p. 31–45, 2018.

ULYSSÉA, M. A.; BRANDÃO, C. R. F. Um acervo centenário: a história da Coleção de Formigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, 15, n. 1, p. 265–276, 2020.

ZAHER, H.; YOUNG, P. S. As coleções zoológicas brasileiras: panorama e desafios. **Ciência e Cultura**, 55, p. 24–26, 2003.

CAPÍTULO 2

DIRECIONAMENTOS EM RADIOGRAFIA ODONTOLÓGICA COM ELASMOBRANQUIOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Data de aceite: 04/02/2021
Data de submissão: 10/12/2020

Maiara Gonçalves Rodrigues
Discente Faculdade Alvorada Saúde
São Paulo – SP
http://lattes.cnpq.br/9044015657909689

Estela Silva Antoniassi
Discente Faculdade Alvorada Saúde
São Paulo – SP
http://lattes.cnpq.br/8266903348124271

Carlos Eduardo Malavasi Bruno
Docente Faculdade Alvorada Saúde
http://lattes.cnpq.br/5527737503377403

Marcos Vinícius Mendes Silva
Docente Faculdade Alvorada Saúde
http://lattes.cnpq.br/2877732837567521

RESUMO: A conceitualização de radiografias odontológicas com elasmobrânquios, bem como suas possíveis aplicações práticas são alternativas diagnósticas que devem ser consideradas em estudos detalhados no meio científico. O objetivo do trabalho foi de discutir possibilidades de estudo sobre radiografias odontológicas como novos horizontes de pesquisa com elasmobrânquios. Rezalizou-se revisão de literatura refente ao tema em artigos indexados na base de dados PubMed, nos idiomas português, inglês e espanhol. Os resultados evidenciam definições sobre técnicas radiográficas, contextualizando o leitor e efatizando as possíveis aplicações práticas em pesquisas com elasmobrânquios. Estudos radiográficos devem se tornar foco da Medicina Veterinária em caráter odontológico, uma vez que a dentição dos Elasmobrânquios possui, dentre diversas particularidades, capacidade de renovação continua.

PALAVRAS - CHAVE: medicina veterinária regenerativa; célula-tronco; elasmobrânquios.

DIRECTIONS IN DENTAL RADIOGRAPHY WITH ELASMOBRANCHS: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: The conceptualization of dental radiographs with elasmobranchs, as well as their possible practical applications, are diagnostic alternatives that should be considered in detailed studies in the scientific community. From this point, we seek to discuss study possibilities on dental radiographs as new horizons for research with elasmobranchs. To this end, a literature review on the topic was carried out in articles indexed in the PubMed database, in Portuguese, English and Spanish. The results show the definitions of radiographic techniques, contextualizing the reader and emphasizing the possible practical applications in research with elasmobranchs. Is considered that studies on radiography should become the focus of Dental Veterinary Medicine, since the dentition of elasmobranchs has, among several particularities, the capacity for renewal. It also considers its future application possibilities beyond this subclass of cartilaginous fish.

KEYWORDS: veterinary regenerative medicine; stem cell; elasmobranchs.

1 I INTRODUÇÃO

A prática radiográfica odontológica permite observar constituições morfológicas dentárias conforme posicionamento e controlar variações na qualidade da imagem (THRALL & WIDMEIR, 2019). Esta técnica não precisa ser utilizada necessariamente com o espécime, permitindo a obtenção de resultados imprescindíveis apenas com arcadas dentárias, existem diversas técnicas em Medicina Veterinária como o paralelismo, bissetriz, técnica de clark e a técnica extraoral (GORREL, 2010).

Uma das principais características dos Elasmobrânquios enquanto substituição dentária, é o caráter contínuo. Após a substituição dentária comum em mamíferos, a lâmina dentária dos Elasmobrânquios sofre apoptose (TERUEL et al., 2017) podendo ser encontrado vestígio de células epiteliais, que em humanos, são consideradas inativas. Anatomicamente, a boca fica localizada ventralmente ou anterior, variando entre os grupos taxonomicos. Em espécies com boca ventral, existe uma projeção da maxila, favorecendo a predação. Nos tubarões, os dentes possuem formato triangular variável, sendo que em algumas espécies de raias são molariformes e constituídos por um núcleo de dentina com cobertura esmaltada, sem raiz ou nervos (SZPILMAN, 2004), considerações diferentes quando relacionados à pequenos animais, como por exemplo:

Figura 1: Comparativos em radiografia odontológica de pequenos animais e elasmobrânquios.
Fonte: (GORREL, 2010) – Conteúdo adaptado

O comparativo entre estruturas anatômicas das arcadas estão relacionados à espécie, como diferentes formas de alimentação e hábitos de predação cabendo indagar se o processo continuo de substituição dentária é homogêneo entre todos os animais desta subclasse. No tubarão-gato-malhado (*Scyliorhinus canicula*), a renovação dentária ocorre ao longo da vida e este fenômeno consecutivo pode estar relacionado a uma proliferação, ainda que reduzida, de células, abrindo precedentes para discussão sobre célula-tronco dentárias em tubarões (MALAVASI-BRUNO, 2016).

A reincidência e presença de células-tronco, talvez possam ser observadas não apenas nesse grupo taxonomico (FRASER *et al.*, 2009; VANDENPLAS *et al.,* 2016).

Tornando-se necessário compreender inicialmente a origem e capacidade de diferenciação das células-tronco.
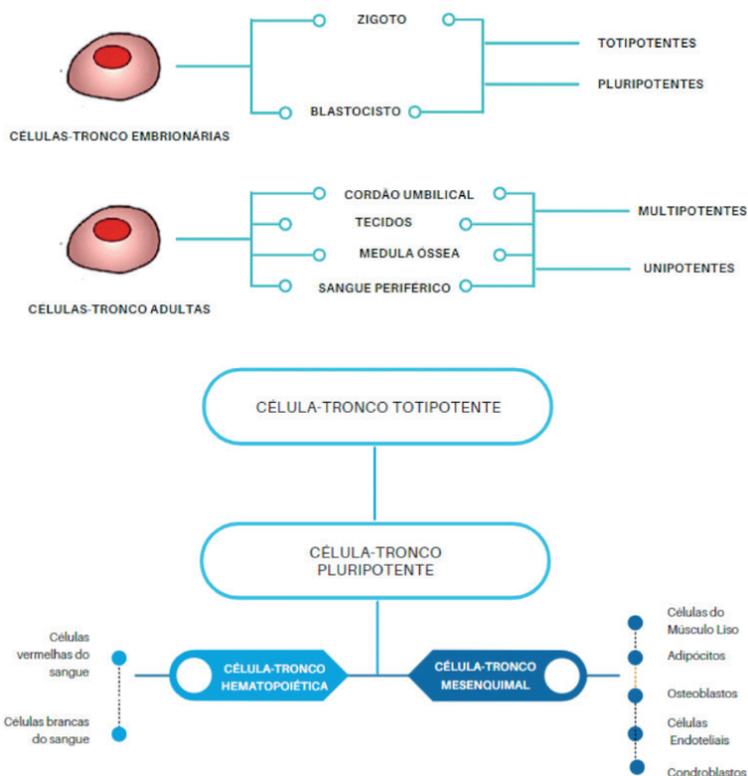
Figura 2: Subcategorias e potencial de diferenciação de células-tronco. Fonte: (SCHWINDT, BARNABÉ & MELLO, 2005) – Conteúdo adaptado

As células-tronco possuem subcategorias e, correlacionadas a elas, possibilidades de diferenciação em tecidos distintos, bem como capacidade de proliferação. A utilização de células-tronco, como terapia celular, vem se tornando uma esperança médica em decorrência deste motivo, porém, ainda não foi descoberto qual delas teria melhor eficácia terapêutica em Medicina Regenerativa (SUGAYA & VAIDYA, 2018). A tabela 1 demonstra relação de células tronco e a aplicação terapêutica. Estas descrições terapêuticas são imprescindíveis para o estudo com elasmobrânquios enquanto anatomia comparada.

Célula-Tronco	Utilização Terapêutica	Considerações
Embrionária	Potencial de diferenciação ilimitado	Apresentam implicações bioéticas
Neural	Regeneração de células neurais	Apresentam implicações bioéticas
Adulta	Potencial de diferenciação limitado	Manejo menos versátil
Mesenquimal	Células clonogênicas	Manejo versátil
Pluripotentes induzida	Produzidas em laboratório	Necessita de reprogramação

Tabela 1 – Relação de Células-Tronco e Utilização Terapêutica

Fonte: Bydlowski, 2009; Pranke, 2004; Souza et al., 2003; Sugaya & Vaidya, 2018.

Os tecidos de origem são fundamentais quando se estuda sobre o potencial proliferativo em um mesmo organismo. A forma adulta é uma das opções mais estudadas no meio científico, como as obtidas através da medula óssea, originando células-tronco hematopoiéticas e mesenquimais (ALVES *et al.*, 2016; SCHWINDT, BARNABÉ & MELLO, 2005).

Existem seis subcategorias de células-tronco de origem dentária humana: 1) células-tronco de polpa dentária adulta; 2) células-tronco de polpa de dente decíduo esfoliado; 3) células-tronco de ligamento periodontal; 4) células-tronco de folículo dentário; células-tronco da papila apical; 5) células-tronco do periósteo da tuberosidade maxilar; 6) raspado de osso alveolar com boas perspectivas em bioengenharia odontológica (MACHADO & GARRIDO, 2014). Esta concepção permanece em estudo em Medicina Veterinária com elasmobrânquios, uma vez que os dados científicos sobre a constituição morfológica das arcadas dentárias são escassos. As descobertas atuais relacionadas ao caráter contínuo das unidades dentárias permitem aplicações exponenciais enquanto terapêutica, principalmente pelo estudo de redes ativadas pela troca constante de dentes (TEWARI, SHAKIBA & ZANDSTRA, 2018).
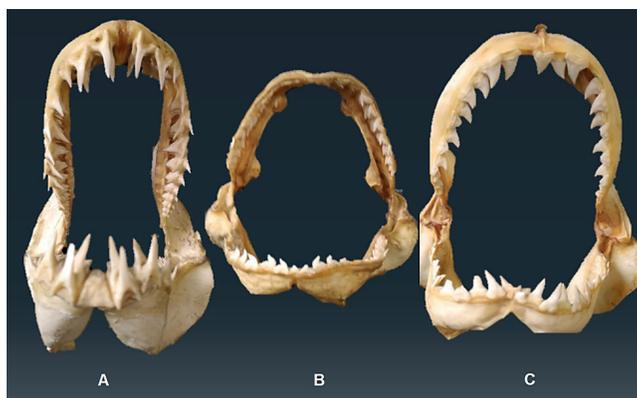
Figura 3: A: arcada dentária de tubarão-mako (*Isurus oxyrhinchus*) B: arcada dentária de tubarão-tigre (*Galeocerdo cuvier*). C: arcada dentária de tubarão-azul (*Prionace glauca*).

A radiografia é uma importante forma de avaliação da estrutura dental, sendo utilizada enquanto caráter diagnóstico intra e extra-oral e pode evidenciar diversas lesões como fratura dentária, fratura do maxilar ou mandíbula, alterações periodontal, neoplasia e edema facial (NASCIMENTO, MARTINEZ & GIOSO, 2020).

Figura 4: Relação de lesões odontológicas em pequenos animais. Fonte: (RODRIGUES & AZEVEDO, 2020) – Conteúdo adaptado

A utilização da radiografia odontológica com elasmobrânquios garante a compreensão da estrutura dental e parâmetros de normalidade, uma vez que estudos com esta classe de animais vem se tornando cada vez mais desafiadores e considerações pertinentes quanto a sanidade destes animais não convencionais podem ser negligenciadas pelos profissionais (MALAVASI-BRUNO, 2016).

As aplicações de bioengenharia de células-tronco enfrentam dificuldades enquanto bioética e aplicações práticas acessíveis. A Lei de Biossegurança (Lei 11.105/05) dispõe sobre a utilização de embriões humanos inviáveis produzidos em fertilização *in vitro* e sua utilização mediante autorização dos genitores. Nesse caso, compreende-se o isolamento da célula-tronco como um atentado à vida por conta da destruição do embrião durante o processo. As células-tronco dentárias seriam uma alternativa promissora, encontradas em diferentes populações dentárias e com alta proliferação *in vitro*, entretanto com menor potencial de diferenciação das embrionárias (MACHADO E GARRIDO, 2014). O objetivo é de discutir possibilidades de estudos radiográficos como novos direcionamentos em pesquisa odontológica, em especial, com esta subclasse de peixes cartilaginosos.

2 I METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão de literatura em que foi copiladas informacções refente ao tema, consultando artigos indexados na base de dados PubMed, nos idiomas

português, inglês e espanhol. Foram selecionadas como palavras-chave: 1) *Dental radiography*; 2) *Dental Stem Cells*; e 3) *Elasmobranchs dentition*. Os filtros de seleção para artigos publicados nos últimos anos com o resumo disponível e artigos do tipo revisão de literatura foram ativados.

3 I RESULTADOS

A radiografia dental é uma importante forma de análise e deve ser selecionada mediante objetivos da imagem desejada. Ela pode corresponder ao tamanho exato do dente avaliado, sem sobreposições, ou ser realizada abrangendo a totalidade da boca, apesar de mais onerosa, seguindo um fluxo de raciocínio:

Figura 5: Fluxograma do Procedimento Radiográfico Odontológico. Fonte: (GORREL, 2010) – Conteúdo adaptado.

A radiografia não precisa ser utilizada necessariamente com o espécime, permitindo a obtenção de resultados imprescindíveis apenas com a utilização de arcadas dentárias, utilizando as diversas técnicas em Medicina Veterinária.

Figura 6: Técnicas em Radiografia Odontológica. Fonte: (MALAVASI-BRUNO, 2016; GORREL, 2010) – Conteúdo adaptado

Uma das principais características necessárias para uma imagem com qualidade é o conhecimento anatômico da estrutura-alvo, pois norteará as técnicas de posicionamento e a quantidade de radiografias necessarias em diferentes vistas. Adicionalmente, as decisões radiográficas odontológicas podem ser subdividas em essenciais e recomendadas, variando conforme particularidades do paciente. Dentre os equipamentos e materiais para a radiografia intraoral convencional estão: 1) aparelho de raio X; 2) filme radiográfico; 3) material para processamento; e 4) cartelas ou envelopes para armazenamento dos filmes. Com relação aos equipamentos e materiais para a radiografia intraoral digital identificam-se: 1) aparelho de raio X; 2) sensores digitais; e 3) computador e software (GORREL, 2010).

Estudos sobre o comportamento celular se fazem cada vez mais necessários, em especial, com elasmobrânquios, a fim de aprofundar conhecimentos sobre a dentição contínua destes animais. Desta forma, será possível compreender o processo de troca constante de dentes, bem como seu desenvolvimento e maturação, seus tecidos de sustentação, canais de nutrientes, forames e principalmente, presença de células-tronco. Sob esta perspectiva, a radiografia odontológica se faz imprescindível na compreensão de todos os pontos anatômicos e sua interpretação podem ser usadas para fins comparativos (GORREL, 2010).

4 I DISCUSSÃO

A Medicina Veterinária de peixes evoluiu em conjunto com a piscicultura, sendo possível observar que criadores e especialistas estão se preocupando com manejo e sanidade de animais em cultivo (RODRIGUES & AZEVEDO, 2020). Esta preocupação

levou a Medicina Veterinária à buscar formas de diagnóstico e tratamento adaptadas para espécies incumuns e que suprissem suas necessidades enquanto acessibilidade e eficácia.

Uma das principais características dos Elasmobrânquios é a substituição dentária contínua, que sofre apoptose conforme amadurecimento, entretanto, este mecanismo ainda é pouco conhecido (SZPILMAN, 2004). A prática radiográfica odontológica permite observar constituições dentárias destes animais, mediante posicionamento adequado, sem variações na qualidade da imagem (THRALL & WIDMEIR, 2019).

Estudos relatam a presença se vestígios de células epiteliais que pode estar relacionado a uma proliferação, ainda que reduzida, abrindo precedentes para discussão sobre célula-tronco dentárias em tubarões (FRASER *et al.*, 2009). Os dentes de tubarão possuem origem dérmica com semelhanças à ectoderme, propiciando uma comparação à sua pele. Estruturalmente, existe uma organização em fileiras dentárias, que são organizadas em família, sendo que para cada família de dentes pode-se observar as unidades substitutivas posicionadas perpendicularmente à mandíbula (TERUEL *et al.*, 2017).

O processo contínuo envolve um mecanismo rotacional, em que os dentes novos são direcionados para a área labial (TERUEL *et al.*, 2017). Este mecanismo influencia a alta capacidade de sobrevivência e especializações fisiológicas destes animais (NIELLA, 2016). Sob esta perspectiva, o mecanismo rotacional pode ser melhor compreendido e a radiografia odontológica pode atuar como uma importante ferramenta na Medicina Veterinária com elasmobrânquios, evidenciando uma gama de novos direcionamentos em pesquisa.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A radiografia pode ter diversas funções, sendo que o profissional deve selecionar a técnica que melhor contempla os objetivos do exame junto com as precauções necessárias. Existem diversas possibilidades para a realização de radiografias, como unidades dentais ou da boca completa, bem como os equipamentos podem ser convencionais ou digitais e o processamento das imagens, automáticos ou manuais, desde que haja devida atenção ao manuseio dos filmes.

Algumas espécies incomuns vem tendo sua sanidade negligenciada em decorrência dos desafios encontrados ao longo do processo de avaliação clínica pelo Médico Veterinário, desta forma pode-se verificar uma lacuna científica quanto à saúde bucal em algumas espécies raras, principalmente, com elasmobrânquios. Adicionalmente, a compreensão da dimensão odontológica desta subclasse de peixes pode atuar como resultado secundário ao benefício do paciente, complementando o conhecimento científico sobre aspectos morfológicos, de desenvolvimento e maturação da arcada dentária contínua, caractéristica desta espécie.

A lâmina dentária dos elasmobrânquios possui caráter rotacional, mecanisno que ainda não foi totalmente compreendido e hipotetiza-se que este fenômeno consecutivo abre precedentes para discussão sobre célula-tronco dentárias em tubarões.

Os elasmobrânquios tem em média cerca de 3.000 unidades dentárias, que sob avaliação da Medicina Veterinária Regenerativa, seriam fontes altamente eficientes em produção de células-tronco, podendo beneficiar, inclusive, a Medicina Humana, uma vez que a bioengenharia dentária já é alvo da comunidade científica quando se estuda sobre biopróteses em Odontologia. Por fim, considera-se que a utilização de técnicas radiográficas pode ser uma ferramenta promissora na tentativa de minimizar as defasagens existentes cientificamente.

REFERÊNCIAS

ALVES, E.G.L. *et al*. **Comparative study of the osteogenic differentiation of mesenchymal stem cells from bone marrow and adipose tissue of adult dogs**. Pesquisa Veterinária Brasileira, 36(1), 2016.

BYDLOWSKI, P. *et al*. **Características biológicas das células-tronco mesenquimais**. Rev. Bras. Hematol. Hemoter, 31(1), 2009.

FRASER *et al*. **Shark Tooth Regeneration Reveals Common Stem Cell Characters in Both Human Rested Lamina and Ameloblastoma**. Sci Rep, 4:9(1), 2009.

GORREL, C. **Odontologia em pequenos animais.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MACHADO, M.R. & GARRIDO, R.G. **Dentes como fonte de célula-tronco: uma alternativa para dilemas éticos.** Revista de Bioética e Derecho, 2014.

MALAVASI-BRUNO, C.E. **Desenvolvimento embrionário dos órgãos linfóides do Tubarão-azul, Prionace glauca (Linnaeus, 1758), Elasmobranchii, Carchahiniformes**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia. 2016.

NASCIMENTO, N.A.; MARTINEZ, L.A.V. & GIOSO, M.A. **Principais técnicas de diagnóstico por imagem utilizadas em procedimentos odontológicos em cães e gatos: revisão de literatura.** Disponível em: https://www.vetshare.com.br/post/2017/08/08/principais-t%C3%A9cnicas-de-diagn%C3%B3stico-por-imagem-utilizadas-em-procedimentos-odontol%C3%B3gicos-d. Acesso em Jul/2020.

NIELLA, Y.V. **Ocorrência, biologia e movimentação d tubarão cabeça-chata, *Carcharhinus leucas*, no litoral do nordeste do Brasil.** Dissertação de Mestrado: Oceanografia - Repositório Digital da UFPE, 2016.

PRANKE, P. **A importância de discutir o uso de células-tronco embrionárias para fins terapêuticos**. Cienc. Cult., 56(3), 2004.

RODRIGUES, G.S.P. & AZEVEDO, T.M.P. **Principais parasitos de peixes nativos: tratamento e profilaxia.** Simpósio de TCC e Seminário de IC. Disponível em: http://nippromove.hospedagemdesites.ws/anais_simposio/arquivos_up/documentos/artigos/604b55338e0416855a43e95fee755661.pdf. Acesso em: Jun/2020.

SCHWINDT, TT; BARNABÉ, G.F. & MELLO, L.E.A.M. **Proliferar ou diferenciar? Perspecitivas de destino das células-tronco.** Jornal Brasileiro de Neurocirurgia, 16(1), 2005.

SOUZA, V.F. *et al.* **Células-tronco: uma breve revisão**. Revista de ciências médicas e biológicas, 2(2), 2003.

SUGAYA, K. & VAIDYA, M. **Stem Cell Therapies for Neurodegenerative Diseases**. Adv Exp Med Biol, 1056:61-84, 2018

SZPILMAN, M. **Tubarões no Brasil: Guia Prático de Identificação**. Rio de Janeiro, 2004.

TERUEL, A.C.M *et al.* **Análisis y descripción de los diferentes modelos de dentición de los Chondrichthyes de acuerdo com su subclasse.** RedVet, 18 (9), 2017.

TEWARI, M.; SHAKIBA, N. & ZANDSTRA, P.W. **Stem Cell Bioengineering: Building From Stem Cell Biology**. Nat Rev Genet., 19(10):595-614, 2018.

THRALL, D.E. & WIDMEIR, W.R. Proteção radiológica e física da radiologia diagnóstica. In: THRALL, D.E. **Diagnóstico de radiologia veterinária**. 7ª ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

VANDENPLAS, S. *et al.* **Slow Cycling Cells in the Continuous Dental Lamina of *Scyliorhinus Canicula***: New Evidence for Stem Cells in Sharks. Dev Biol., 413(1):39-49, 2016.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE COMPARATIVA DA DISTRIBUIÇÃO DOS POROS DAS AMPOLAS DE LORENZINI EM TUBARÃO-MARTELO *SPHYRNA LEWINI* E *SPHYRNA ZYGAENA*

Data de aceite: 04/02/2021

Parte do projeto de Iniciação Científica de Gabriel Nicolau Santos Sousa no período de 2019 a 2020.

Alessandra Tudisco da Silva
Universidade Guarulhos
Guarulhos - SP,
http://lattes.cnpq.br/1861861105462144

Gabriel Nicolau Santos Sousa
Universidade Guarulhos
Guarulhos - SP,
http://lattes.cnpq.br/2284894885641144

Inara Pereira da Silva
Universidade Guarulhos
Guarulhos - SP,
http://lattes.cnpq.br/5251494308689468

Gustavo Augusto Braz Vargas
Universidade Guarulhos
Guarulhos - SP,
http://lattes.cnpq.br/0388591429667707

Gabriela Machado Corrêa de Moraes
Universidade Paulista
Guarulhos - SP,
http://lattes.cnpq.br/5271940342245541

Daniela de Alcantara Leite dos Reis
Universidade Guarulhos
Guarulhos - SP,
http://lattes.cnpq.br/5700691082355195

Carlos Eduardo Malavasi Bruno
Boqueirão, Santos - SP,
http://lattes.cnpq.br/5527737503377403

Marcos Vinícius Mendes Silva
Universidade Guarulhos
Guarulhos - SP,
http://lattes.cnpq.br/2877732837567521

RESUMO: O tubarão-martelo é encontrado em regiões tropicais, e quando juvenil, próximo da costa. No Brasil as duas espécies mais encontradas são o *Sphyrna lewini* e *Sphyrna sygaena.* As ampolas de Lorenzini, são órgãos sensoriais presentes na região dorsal e ventral da cabeça dos elasmobrânquios. Auxiliam na procura de presas, percepção de campos magnéticos e auxilia na locomoção. O objetivo do trabalho foi fazer uma análise comparativa dos poros das ampolas de Lorenzini em tubarões *Sphyrna lewini* e o *Sphyrna zygaena*. Foram utilizadas duas fêmeas juvenil, sendo uma de *S. lewini* e uma de *S. zygaena*, provenientes da pesca artesanal do Guarujá-SP. Os animais contam com a aprovação do SISBIO de número 48348-7. Além disso, os exemplares foram fotodocumentados, em seguida criado desenhos no Photoshop CS6. Para descrição, o condrocrânio foi dividido em três regiões para a quantificação macroscópica dos poros. O *S. lewini* apresenta distribuição heterogênea. Agregados de poros no talho medial do condrocranio, contornando toda a região mais rostral, com agregados na região rostral perpendicular, abaixo com agregado de poros em formato semicircular. O *S zygaena* apresentou poros localizados na região caudal a boca com distribuição heterogênea pelo condrocranio. Agregados de poros são encontradas na região medial rostral do condrocranio e um pouco mais lateralizado, formando um desenho perpendicular. Os poros

foram localizados na região ventral do condrocranio com pouca diferenciação entre as espécies quanto ao padrão de desenho e quantidade de poros. Conclui-se que o formato e quantidade de poros das Ampolas de Lorenzini pode estar relacionada ao modo de vida e alimentação do animal.
PALAVRAS - CHAVE: elasmobrianquios, eletropercepção, ampolas de Lorenzini,

COMPARATIVE ANALYSIS OF PORE DISTRIBUTION OF LORENZINI AMPULLAE IN HAMMER SHARK *SPHYRNA LEWINI* AND *SPHYRNA ZYGAENA*

ABSTRACT: The hammerhead shark is found in tropical regions, and when juvenile, close to the coast. In Brazil the two most found species are *Sphyrna lewini* and *Sphyrna sygaena*. The Lorenzini ampullae are sensory organs present in the dorsal and ventral region of the elasmobranch head. They assist in the search for prey, perception of magnetic fields and aids in locomotion. The objective of the work was to make a comparative analysis of the pores of the Lorenzini ampullae in *Sphyrna lewini* and *Sphyrna zygaena* sharks. Two juvenile females were used, one from *S. lewini* and one from *S. zygaena*, from artisanal fisheries in Guarujá-SP. The animals have the approval of SISBIO number 48348-7. In addition, the copies were photo-documented, then drawings were created in Photoshop CS6. For description, the chondrocranium was divided into three regions for the macroscopic quantification of the pores. The *S. lewini* has a heterogeneous distribution. Presented pore aggregates in the medial chord of the chondrocranium, surrounding the entire most rostral region, with aggregates in the perpendicular rostral region, below with semicircular pore aggregate. The *S zygaena* presented pores located in the caudal region of the mouth with heterogeneous distribution across the chondrocranium. Pore aggregates are found in the medial rostral region of the chondrocranium and slightly more lateralized, forming a perpendicular design. The pores were in the ventral region of the chondrocranium with little differentiation between species in terms of the pattern of design and quantity of pores. It is concluded that the shape and quantity of pores of the Lorenzini ampulles may be related to the animal’s way of life and feeding.
KEYWORDS: elasmobrianquios, eletropercepção, ampolas de Lorenzini,

1 | INTRODUÇÃO

Os tubarões estão sofrendo sobrepesca devido a captura excessiva, no Estado de São Paulo, os tubarões-martelo são os principais alvos dos pescadores, por serem capturados facilmente através da pesca (KOTAS, 2004).

O genero *Sphyrna*, é caracterizado pelas longas projeções laterais do condrocranio, possui uma alimentação de peixes, cefalópodes, raias e até outros tubarões menores. Os mesmos estam ameaçados de extinção devido a sobrepesca, sendo que as suas nadadeiras são utilizadas na produção de sopas, vitaminas, óleo e a sua pele para confecção de bolsas e sapatos. Os tubarões-martelo são capturados ao longo do ano em Santos-SP e representam 40% das capturas nessa modalidade de pesca (CASTRO, 1993; BONFIL, 1994).

São animais costeiros, encontrados em profundidades de até 200 metros.

Apresentam hábitos migratórios e os mais jovens são frequentemente encontrados em grandes cardumes. É uma espécie com distribuição essencialmente em zonas temperadas e mares tropicais. No Brasil, ocorre nas regiões norte, nordeste, sudeste e sul (CASTRO, 1993).

O *Sphyrna zygaena* é uma espécie de tubarão pelágico costeiro ou semioceânico e distribui-se desde a superfície até 150 m de profundidade, apresentando uma ampla distribuição sobre a plataforma continental de todos os continentes (COMPAGNO, 1984; GADIG, 2001).

No Brasil, é mais comum nas regiões Sudeste e Sul, onde exemplares jovens podem ser encontrados próximos da costa nos meses de inverno enquanto os adultos são capturados pelas frotas espinheleiras na área oceânica, onde, juntamente com *Sphyrna lewini*, representa a grande maioria dos tubarões martelos capturados (GADIG, 2001). O *S. zygaena* é capturado comum nas pescas artesanais da região paranaense, onde é representado geralmente por neonatos e jovens (BARLETTA E CORRÊA 1989; CHARVET 1995; COSTA E CHAVES 2002).

O *S. zygaena* vivem em águas tropicais e temperadas de quase todos os oceanos; são migratórios e no verão movem-se para o norte. Têm preferência por plataformas continentais e insulares; são bentopelágicos podem ser encontrados tanto no fundo marinho quanto na superfície, em regiões oceânicas e costeiras. São grandes nadadores e vivem solitários ou em pequenos grupos. Alimentam-se, normalmente no fundo marinho, de peixes de tamanhos variados, lulas, crustáceos, moluscos, cações de pequeno porte e raias (COMPAGNO, 1984).

Segundo Cruz (2017) acredita-se que o codrocranio em forma plana permite que o tubarão-martelo detecte a presa mais facilmente, pois aumenta a sensibilidade dos mesmos ao sonar.

As ampolas de Lorenzini são pequenos poros localizados na região ventral do condrocrânio nos elasmobrânquios, são capazes de sentir pequenos pulsos elétricos (JOSBERGER *et al.*; 2016).

Os poros encontram-se em maior número na região do rostro e da cabeça dos animais, indicando uma adaptação evolutiva relacionada com a necessidade de orientação do aparato alimentar em eventos de forrageio e predação (GARDINER; ATEMA, 2012).

Uma ampola individual consiste em um poro na pele que está aberto ao ambiente, um canal contendo gel e levando a um alvéolo com várias células sensoriais (JOSBERGER *et al.*, 2016). A função dessas ampolas permaneceu um mistério por quase 300 anos até que pesquisadores demonstraram que em tubarões e raias, elas percebem campos elétricos muito fracos produzidos por uma presa em potencial (JOSBERGER *et al.*; 2016).

O Objetivo do trabalho foi fazer uma análise comparativa entre a disposição e quantidade de poros das ampolas de Lorenzini ventral dos tubarões-martelo (*Sphyrna lewini* e *S. zygaena*).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas duas fêmeas juvenil de tubarão-martelo, sendo uma de *S. lewini* e uma de *S. zygaena*, provenientes da pesca artesanal do Guarujá-SP. Os animais têm aprovação do SISBIO de número 48348-7.

No laboratório de Anatomia Animal da Universidade de Guarulhos (UNG) os exemplares foram fotodocumentados em posteriormente feitos desenhos no programa Photoshop CS6.

O condrocrânio foi dividido em três regiões para a quantificação macroscópica dos poros das ampolas de Lorenzini e numeradas.

3 | RESULTADOS

A forma da cabeça do tubarão-martelo é composta de duas projeções em cada lado da face, o que faz com que a forma da cabeça se assemelhe a um martelo quase de forma retangular. Os olhos são localizados na lateral do condrocrânio e as narinas são encontrados nas extremidades na região frontal. Contudo, existe diferença na disposição dos poros.

O *Sphyrna lewini* apresenta distribuição heterogênea com agregados de poros de Lorenzini no talho medial do condrocranio, contornando toda a região mais rostral, sendo possível localizar adjuntos na região rostral perpendicular, caudalmente é encontrado conjuntos de poros em formato semicircular onde quase se juntam com outros conjuntos de poros, como representado nas figuras (Figura 1 A e B).
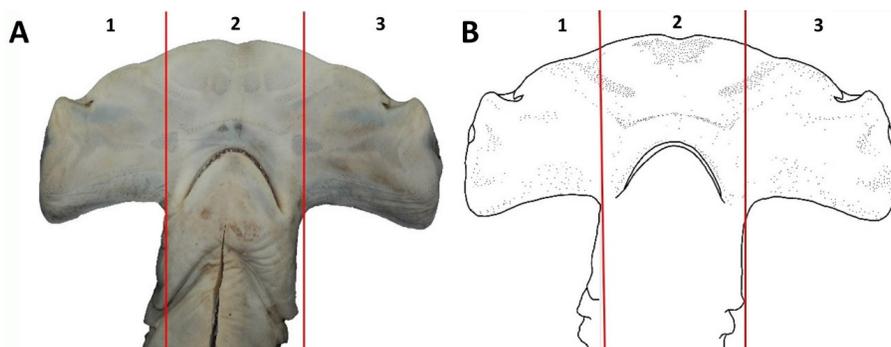
Figura 1: Vista ventral do condrocranio de tubarão-martelo (*Sphyrna lewini*). A: imagem original; B: Imagem digitalizada apresentando os agregados e disposição dos poros de ampolas de Lorenzini.

No *Sphyrna zygaena* foi possível perceber os poros localizados na região caudal a boca. Os poros localizam -se distribuídos morfologicamente pelo condrocranio de

maneira heterogênea. Conjuntos de poros de ampolas de Lorenzini são encontradas na região medial rostral do condrocranio e um pouco mais lateralizado, formando um desenho perpendicular, um agregado de poros são encontrados em formato semi circular abaixo e juntando-se com os poros lateralizadas (Figura 2 A e B).
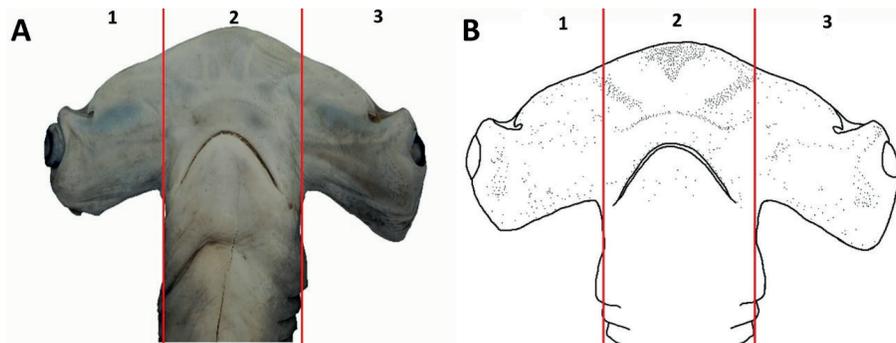
Figura 2: Vista ventral do condrocranio de tubarão-martelo (*Sphyrna zygaena*). A: imagem original; B: Imagem digitalizada apresentando os agregados e disposição dos poros de ampolas de Lorenzini.

De acordo com a análise numérica nas duas amostras, na região 1 o *S. lewinii* apresentou mais quantidade de poros, na região 2 o *S. zygaena* apresentou maior quantidade de poros e na região 3 o *S. lewini* apresentou maior quantidade de poros.

Espécie	Região 1	Região 2	Região 3	Total
Sphyrna lewini	250	480	282	1,012
Sphyrna zygaena	203	553	164	920

Tabela 1: Quantidade de poros de ampolas de Lorenzini em tubarão-martelo, *Sphyrna lewini* e *S. zygaena*

Na análise é possível perceber uma variação numérica considerável de poros nas duas espécies, distribuição semelhante e com baixa variação. O número de poros na região rostral é relativamente baixa quando comparada com a disposição e quantidade na região caudal. O *Sphyrna lewini* não apresentou diferenças de bilateralidade, sendo que os poros estão dispostos de maneira simétrica e na mesma quantidade dos dois antímeros. O *Sphyrna zygaena* apresentou diferença bem relevante de quantidade de ampolas na bilateralidade, sendo o antímero direito com menor número de poros. Contudo, não foi possível detectar a etiologia.

4 I DISCUSSÃO

O sistema eletrosensorial dos Sphyrnidae pode estar correlacionado ao formato do seu condrocrânio, sendo que a localização anatômica dos poros referentes as ampolas de Lorenzini são conservados na filogenia, bem como a similaridade entre as espécies desse grupo taxonômico (MARA, 2010).

Com maior distribuição dos poros das ampolas de Lorenzini, os Sphyrnidae conseguem maximizar a cobertura da área onde está forrageando, uma vez que os poros são estimulados por campos elétricos de baixa frequência (ALMEIDA *et al.*, 2017).

A aglomeração dos poros das ampolas de Lorenzini varia entre as espécies, podendo estar agrupadas discretamente no condrocrânio ou ser propagada por uma região mais larga da cabeça e nadadeiras (TRICAS E SISNEROS, 2004). Nos *Sphyrna lewini* e *S. zygaena*, os poros das ampolas de Lorenzini apresentam distribuição heterogênea. O *S. lewini* apresenta agregados no talho medial do condrocranio, delimitando a região rostral do condrocranio. Já o S. zygaena apresenta distribuição de poros na região rostral do condrocranio e um pouco mais lateralizado.

Os agregados de poros de Lorenzini segundo Gallus *et al.*, (2003), está relacionado com características ecológicas dos elasmobrânquios, uma vez que o número de poros pode aumentar a quantidade de células sensoriais na superfície e consequentemente ocorrer o aumento da eletrosensibilidade, o que pode ser observado tanto no *S. lewini* e *S. zygaena*, uma vez que ambas as espécies possuem populações de poros na região perpendicular formando um semicírculo que se junta com outros agregados de poros.

O *Sphyrna lewini* apresenta distribuição heterogênea com agregados de poros das ampolas de Lorenzini localizados anatomicamente no talho medial do condrocranio, contornando toda a região mais rostral, sendo possível encontrar poros na região rostral perpendicular, e caudalmente é encontrado agregado de poros em formato semicircular onde quase se juntam com outros agregados de poros.

No *Sphyrna zygaena* foi possível perceber os poros localizados na região caudal a boca. Os poros estão distribuídos pelo condrocranio de uma maneira heterogênea. Agregados de poros das ampolas de Lorenzini são localizados na região medial e rostral do condrocranio e um pouco mais lateralizado, formando um desenho perpendicular. Contudo, um agregado de poros é encontrados em formato semi circular abaixo e se juntando os poros lateralizadas.

A densidade de poros varia quando ao tempo de vida dos animais, segundo Kajiura (2001) sendo que o número de poros permanece constante, enquanto a área da cabeça aumenta com o tamanho do animal. O *Sphyrna lewini* apresentou o total de 1,102 poros de ampolas de Lorenzini por todo o seu condrocrânio na região ventral. Já o S. zygaena apresentou uma diferença de quase 100 poros, totalizando 920. Essas correlações podem estar associadas ao hábito de vida desses animais, uma vez que ambos tinham o mesmo

tamanho e sexo.

O *S. lewini* e *S. zyegaena* apresentam hábitos semioceânico, sendo o S, lewini normalmente encontrado em águas profundas de até 275 m de profundidade (COMPAGNO, 1984). No entanto, o *S. zygaena* é uma espécie semioceânica, com distribuição desde a superfície até 150 m de profundidade (COMPAGNO, 1984; GADIG, 2001). Animais juvenis das duas espécies são encontrados mais próximos da costa (COMPAGNO, 1984). Estes animais possuem o hábito alimentar noturno, o que pode estar relacionado com o desenho dos poros das ampolas de Lorenzini direcionando o alimento próximo da boca, uma vez que essa espécie se alimenta de peixes ósseos, crustáceos, lulas e outros elasmobrânquios (BORNATOWISKI E ABILHOA, 2012).

5 | CONCLUSÃO

Os poros das ampolas de Lorenzini nas espécies *Sphyrna zygaena e Sphyrna zygaena* foram localizadas na região ventral do condrocranio, com pouca diferenciação entre as duas espécies, quanto ao padrão de desenho e quantidade de poros. Vale ressaltar, que o formato e a quantidade de poros das Ampolas de Lorenzini pode estar relacionada ao modo de vida e alimentação do animal.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C.F.; CONRADO, A.L.V.; SEVGHEBIAN, E.; MALAVASI-BRUNO, C.E. 2017. **VIsión y electro recepción de Condericthyes: Revisión**. Redvet. Revista Electronica de veterinária. p.1-13, v.18, n. 9.

BARLETTA, M.; CORRÊA, M.F.M. 1989. **Chondrofauna do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá e adjacências, PR. Levantamento e produtividade pesqueira**. Resumos. In IV Reunião do Grupo de Trabalho sobre Pesca e Pesquisa de Tubarões e Raias no Brasil. Universidade Federal de Pernambuco, Tamandaré, p.2.

BONFIL, R. 1994. **Overview of world elasmobranch isheries**. Technical paper, n. 341. Rome: FAO Fisheries.

BORNATOWSKI, H.; ABILHOA, V. 2012. **Tubarões e raias capturados pela pesca artesanal no Paraná: Guia de Identificação**. 1 Ed. Curitiba.

CASTRO, J.L. 1983. **Sharks of the North American Waters**. 1 ed. Texas A & M University Press.

CHARVET, P. 1995. **Dados preliminares do levantamento da chondrofauna do litoral do Estado do Paraná**. Resumos. In VII Encontro do grupo de trabalho sobre pesca e pesquisa de tubarões e raias no Brasil, Rio Grande, p.27.

COMPAGNO, L.J.V. 1984. **Sharks of the world**. An annoted and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 2. Carcharhiniformes. FAO Fisheries Synopsis, v.4, n.125, p. 250-655.

COSTA, L.; CHAVES, P.T.C. 2002. **Hábitos alimentares, reprodutivos e a importância comercial dos elasmobrânquios para a pesca artesanal no litoral sul do Paraná**. Resumos. In X Evento de Iniciação Científica da UFPR, Curitiba, p.103.

CRUZ, I.D.C. Da. 2017. **Caracterização Iônica do Gel das Ampolas de Lorenzini de Elasmobrânquios Marinhos**. Apresentada de conclusão do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

GADIG, O.B.F.; BARREIROS, J.P. 2001. **Catálogo ilustrado dos tubarões e raias dos açores**. Instituto açoriano de cultura. p.135-136.

GALLUS, L.; FERRANDO, S.; BOTTARO, M.; FERRANDO, T.; VACCHI, M.Y.; TAGLIAFIERRO, G. 2003. **Digital 3D representation of the Lorenzini in two mediterranean sharks, Etmopterusspinax and Heptranchiasperlo.** Spoleto: Proceedings of the 20th National, Conference of the Italian Society of Cytometry.

GARDINER, J.M.; ATEMA, J. 2012. **The function of bilateral odor arrival time differences in olfactory orientation of sharks**. Current Biology. Journal of Experimental Biology.

JOSBERGER, E.E.; HASSANZADEH, P.; DENG, Y.; SOHN, J.; REGO, M.J.; AMEMIYA, C.T.; ROLANDI, M. 2016. **Proton conductivity in ampullae of Lorenzini jelly**. *Science Advances, v.13.*

KAJIURA, S.M. 2001. **Head morphology and electrosensory pore distribuiton of carcharhinid and sphyrnid sharks**. Environmental Biology of Fishes, v.61, n.2, p.125-133.

KOTAS, J.E. 2004. **Dinâmica de populações e pesca do tubarão-martelo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834), capturado no mar territorial e zona econômica exclusiva do Sudeste-Sul do Brasi**l. Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo.

MARA, K. R. 2010. **Evolution of the hammerhead cephalofoil: shape, change, space utilization, and feeding biomechanics in hammerhead sharks (Sphyrnidae)**. University of south Florida. Thesis.

TRICAS, T.C.; SISNEROS, J.A. 2004. **Ecological functions and adaptations of the elasmobranch electrosense. Adaptations for the reception of natural stimuli.** In: Gerhard Von Der Emde; Joachim Mogdans; B. G. Kapoor.The senses of fish. Springer netherlands. p.308-329.

CAPÍTULO 4

RELACIÓN LONGITUD-PESO MULTIANUAL DEL BOCACHICO *PROCHILODUS MAGDALENAE* EN LA CUENCA DEL RÍO SAN JORGE, COLOMBIA

Data de aceite: 04/02/2021

Charles W. Olaya-Nieto
Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba, Cra 23 No. 2A-20, Piso

Juan M. Villalba-Quintero
Lorica, Colombia. 2 Servicio Estadístico Pesquero Colombiano-SEPEC.

Ángel L. Martínez-González
Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba, Cra 23 No. 2A-20, Piso

William A. Pérez-Doria
Lorica, Colombia. 2 Servicio Estadístico Pesquero Colombiano-SEPEC.

Fredys F. Segura-Guevara
Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba, Cra 23 No. 2A-20, Piso

Glenys Tordecilla-Petro
Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba, Cra 23 No. 2A-20, Piso
Institución Educativa Lácides C. Bersal, Alcaldía Municipal de Lorica.

Delio C. Solano-Peña
Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba, Cra 23 No. 2A-20, Piso
Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca-AUNAP.

RESUMEN: Se evaluó el crecimiento y condición multianual del Bocachico *Prochilodus magdalenae* (STEINDACHNER, 1878) en la cuenca del río San Jorge, Colombia, como contribución al conocimiento de su historia de vida, ordenamiento pesquero y conservación en su ambiente natural. Se recolectaron 5556 ejemplares entre los años 2006 y 2010. La relación longitud-peso y el factor de condición se estimaron con $WT = k\ LT^{b}$ y $k = WT/LT^{b}$, respectivamente. Las tallas oscilaron entre 21.9-57.8 (31.3 ± 3.8) cm de longitud total (LT), los pesos totales entre 125.0 y 3458.0 (409.0 ± 211.2) gramos y la talla media de captura estimada fue 31.4 cm LT. La relación longitud-peso estimada para sexos combinados en el período 2006-2010 fue $WT = 0.003\ (\pm 0.03)\ LT^{3.42\ (\pm 0.02)}$, r =0.95, n =5556, coeficiente de crecimiento alométrico positivo, el cual fluctuó entre 2.98 (año 2007) y 3.38 (año 2008), con diferencias estadísticas significativas entre ellos; mientras que el factor de condición osciló entre 0.003 (año 2008) y 0.012 (año 2007), sin encontrarse diferencias estadísticas significativas entre ellos. La información evaluada sugiere que el Bocachico

es un pez de mediano tamaño, cuyo estado de bienestar ha sido alternante año tras año y cuyo valor alcanzado en el periodo en estudio es mucho menor que el bienestar reportado para varias poblaciones del género *Prochilodus* en América del Sur.
PALABRAS CLAVES: Crecimiento, Factor de condición, Ordenamiento pesquero, Conservación.

MULTIANNUAL LENGTH-WEIGHT RELATIONSHIP OF BOCACHICO *PROCHILODUS MAGDALENAE* IN THE SAN JORGE RIVER BASIN, COLOMBIA

ABSTRACT: The growth and multi-year condition of the Bocachico Prochilodus magdalenae (STEINDACHNER, 1878) in the San Jorge river basin, Colombia, as a contribution to the knowledge of its life story, fishing management and conservation in its natural environment, was evaluated. 5556 specimens were collected between 2006 and 2010 years. The length-weight relationship and condition factor were estimated with the equation TW = a TLb and k =TW/TLb, respectively. The size ranged between 21.9-57.8 (31.3 ± 3.8) cm TL and the total weight between 125.0-3458.0 (409.0 ± 211.2) grams, and the mean length in the catch estimated was 31.4 cm TL. Length-weight relationship estimated for both sexes in the period 2006-2010 was TW =0.003 (± 0.03) LT 3.42 (± 0.02), r =0.95, n =5556, with positive allometric growth coefficient, which ranged between 2.98 (2007 year) and 3.38 (2008 year), with significant statistical differences; while the condition factor ranged from 0.003 (2008 year) and 0.012 (2007 year), without statistically significant differences. The information evaluated suggests that the Bocachico is a medium-sized fish, whose welfare state has been alternating year by year and whose value reached in the period under study is lower than the welfare reported for several populations of the genus *Prochilodus* in South America.
KEYWORDS: Growth, Condition factor, Fishing management, Conservation.

1 I INTRODUCCIÓN

El Bocachico *Prochilodus magdalenae* (STEINDACHNER, 1878), similar al Bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (BUITRAGO-SUÁREZ & BURR, 2007), es uno de los peces reofílicos que realiza migraciones anuales en las cuencas de los ríos San Jorge, Cauca y Magdalena, características que lo hacen susceptible a la explotación pesquera, tanto al remontar las aguas altas como al desplazarse a las áreas de alimentación, lo que lo ha convertido en una de las especies relevantes y con importancia comercial en la pesquería de cada una de las cuencas y -a la vez- se ha traducido en un serio problema para la especie (OLAYA-NIETO et al., 2016).

Lo anterior, sumado al desorden que se da en su pesquería, como la captura de individuos con tallas menores a la talla de madurez sexual y a la talla mínima de captura establecida, la presión pesquera ejercida, la pesca en épocas de veda, la utilización de artes y métodos de pesca irracionales, entre otros, son algunos de los factores que ponen en peligro la estabilidad de la población y de la especie en estudio en toda la cuenca del Magdalena (VILLALBA, 2019).

Además, sus altas tasas anuales de mortalidad total y niveles de rendimientos sostenibles sobrepasados para la especie, indican un alto grado de sobrepesca desde hace tres décadas (VALDERRAMA et al., 1993), especialmente porque su talla media de captura pasó de 38 cm LS (año 1973) a 27 cm LS (año 1987) (ZÁRATE et al., 1988) en solo 15 años, hasta alcanzar 22.8 cm LT en el año 2017 (DE LA HOZ-M et al., 2017). De tal forma que la talla media de madurez sexual estimada para la especie es mayor que su talla media de captura en la cuenca del San Jorge, en donde la especie está siendo pescada antes de reproducirse, lo que sugiere sobrepesca sobre el recurso (ESPITIA & DORIA, 2015).

En Colombia, el conocimiento de aspectos básicos cuantitativos como el crecimiento en talla y peso y el factor de condición de los peces es aún deficiente, a pesar de que el manejo y desarrollo de un recurso pesquero determinado debe hacerse dentro de un enfoque integrado que involucre el aspecto pesquero (OLAYA-NIETO et al., 2016), armonizándolo con los criterios ambientales y que responda a los intereses de los usuarios a fin de generar acciones que permitan garantizar el principio de equidad (FAO, 1998).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento y condición multianual del Bocachico *Prochilodus magdalenae* (STEINDACHNER, 1878) en la cuenca del río San Jorge, Colombia, como contribución al conocimiento de su ciclo de vida, su ordenamiento pesquero y su preservación en su ambiente natural.

2 | MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización y descripción del área de estudio

Esta investigación se llevó a cabo entre julio 2006 y diciembre 2010 en la cuenca del río San Jorge, Colombia, ubicada al noroccidente de Colombia entre los departamentos de Antioquia, Córdoba, Sucre y Bolívar, con extensión de 1,752.284 Ha (aprox.). La cuenca presenta cuatro tramos bien definidos: Alto San Jorge, Medio San Jorge, Bajo San Jorge y la ciénaga de Ayapel, ubicada en la parte baja de la cuenca en jurisdicción del municipio de Ayapel, departamento de Córdoba, en los 8° 18´ N, 75° 08’ W, a 22 m. s. n. m., con un espejo de agua promedio de 37,600 hectáreas, extensión que ha venido disminuyendo con el tiempo. Esta ciénaga es el cuerpo de agua más importante en toda la cuenca y funciona como plano inundable y de amortiguación natural, almacenando los excesos producidos por desbordamientos de los ríos San Jorge y río Cauca. La precipitación promedio multianual del área de estudio fluctúa entre los 2300 y los 2500 mm y el clima varía de ligeramente húmedo a moderadamente húmedo en dirección occidente-oriente (CVS-FONADE, 2004). Cabe anotar que la ciénaga de Ayapel es el hábitat natural del Bocachico durante gran parte del año.

2.2 Obtención de las muestras

La información básica se recolectó en el marco del proyecto de investigación

“Estimación de los Parámetros Biológicos Básicos de Peces Comerciales de la Cuenca del Río San Jorge-Fases I y II”, financiados por la Universidad de Córdoba, y usando atarraya y trasmallo como artes de pesca. Los sitios seleccionados fueron Bocas de Seheve, ubicado en la confluencia del San Jorge con la ciénaga de Ayapel (8° 28´N, 75° 03´W) y aguas arriba de la desembocadura del río Uré (7° 57´N, 75° 31´W). Parte de las muestras fue recolectada por el Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP y el resto por los pescadores en las faenas que efectúan en el área de estudio y cedidas al laboratorio. Las mediciones realizadas fueron longitud total (LT) al milímetro más cercano con un ictiómetro graduado en mm (IK2, Aquatic Biotechnology, España) y el peso total (WT) al gramo más cercano con balanza eléctrica de 5000 ±1 g (CS 5000, Ohaus Corporation, USA).

2.3 Talla media de captura

La composición de la captura por tallas fue usada para calcular la talla media de captura (TMC) anual (2006, 2007, 2008, 2009 y 2010) e interanual (2006-2010), agrupando los datos en intervalos de dos centímetros y aplicando la metodología de SPARRE & VENEMA (1997).

2.4 Relación longitud-peso

La relación longitud-peso se estimó mensual, anual e interanual (período de estudio). Dicha relación es una regresión potencial que relaciona una medida lineal (talla) con una de volumen (peso) con la ecuación: $WT = k\,LT^{b}$ (RICKER, 1975), en donde WT es el peso total del pez en gramos, a es un parámetro de la regresión equivalente al factor de condición (k), LT es la longitud total medida en cm y b es el coeficiente de crecimiento de la regresión.

2.5 Factor de condición

También se estimó mensual, anual e interanualmente, con la ecuación $k = WT/LT^{b}$ (BAGENAL & TESCH, 1978).

2.6 Análisis estadístico

Los valores obtenidos se expresan como promedio (± desviación estándar) e intervalos de confianza al 95%. Se realizó la prueba de normalidad a la distribución de frecuencia de tallas (SPARRE & VENEMA, 1997), se estimaron los coeficientes de correlación (r) de la relación longitud-peso, el coeficiente de variación mensual y anual para la longitud total y peso total, y se aplicó la prueba t de Student al coeficiente de crecimiento (b) de la relación longitud-peso para evaluar isometría. Se aplicó análisis de varianza de una vía a los coeficientes de crecimiento y a los factores de condición de cada relación longitud-peso estimada. Cuando se encontraron diferencias estadísticas significativas se aplicó el test de comparaciones múltiples de TUKEY-KRAMER (1949). Finalmente, se evaluó la variación temporal del comportamiento hidrológico del río con relación al factor de condición de la especie en estudio.

3 I RESULTADOS

Se recolectaron 5556 individuos en los cinco años de estudio, de los cuales 3312 fueron hembras, 2237 machos y 7 indiferenciados. En la Tabla 1 se presenta el crecimiento en longitud alcanzado por la especie así como en el período en estudio (2006-2010). Las tallas mínima y máxima fueron registradas en los años 2009 (septiembre) y 2008 (abril), respectivamente, oscilando entre 21.9 y 57.8 (31.3 ± 3.8) cm LT, con intervalo de confianza al 95% de 0.10 cm LT, coeficiente de variación de 12.1%, lo que sugiere que las tallas son homogéneas (CV <30.0%), frecuencia de tallas normalmente distribuida y talla media de captura de 31.4 cm LT (Figura 1).

Año	Mínima (cm)	Máxima (cm)	Promedio	DS	IC	CV	TMC	n
2006	23.5	43.5	30.1	2.7	0.12	9.0	29.7	1838
2007	23.0	40.5	29.4	2.3	0.18	8.0	29.5	621
2008	24.0	57.8	29.2	5.3	0.17	10.1	32.9	1374
2009	21.9	51.8	33.6	5.1	0.36	15.3	33.6	757
2010	23.1	51.5	31.2	4.2	0.26	13.2	31.3	966
2006-2010	21.9	57.8	31.3	3.8	0.10	12.1	31.4	5556

Tabla 1. Información básica de tallas de Bocachico *Prochilodus magdalenae* en la cuenca del río San Jorge en el período 2006-2010. DS es la desviación estándar, IC es el intervalo de confianza, CV es el coeficiente de variación, TMC es la talla media de captura y n es el número de individuos.
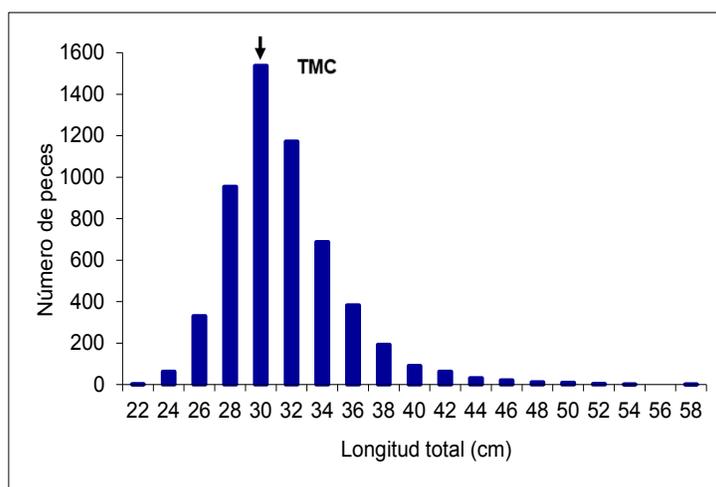
Figura 1. Distribución de frecuencias de tallas de Bocachico en la cuenca del río San Jorge en el período 2006-2010.

En la Tabla 2 se observa el crecimiento en peso durante cada año y el período de estudio, en donde el mínimo y máximo fueron recolectados en los años 2010 (febrero)

y 2008 (abril), respectivamente, oscilando entre 125.0 y 3458.0 (409.0 ± 211.2) g, con intervalo de confianza al 95% de 5.55 g, coeficiente de variación de 51.6%, lo que sugiere que son hetegéneos (CV >30.0%), excepto para el año 2007, y peso medio de captura de 409.8 g (Figura 2).

Año	Mínimo (g)	Máximo (g)	Promedio	DS	IC	CV	PMC	n
2006	140.0	1300.0	324.0	102.5	4.69	31.6	328.9	1838
2007	134.0	766.0	298.0	83.3	6.55	28.0	300.0	621
2008	174.0	3458.0	490.2	199.1	10.53	50.0	496.1	1374
2009	128.0	2290.0	575.6	321.0	22.87	55.8	577.3	757
2010	125.0	1796.0	396.2	205.3	12.94	51.8	396.6	966
2006-2010	125.0	3458.0	409.0	211.2	5.55	51.6	409.8	5556

Tabla 2. Información básica de pesos de Bocachico en la cuenca del río San Jorge en el período 2006-2010. PMC es el peso medio de captura.
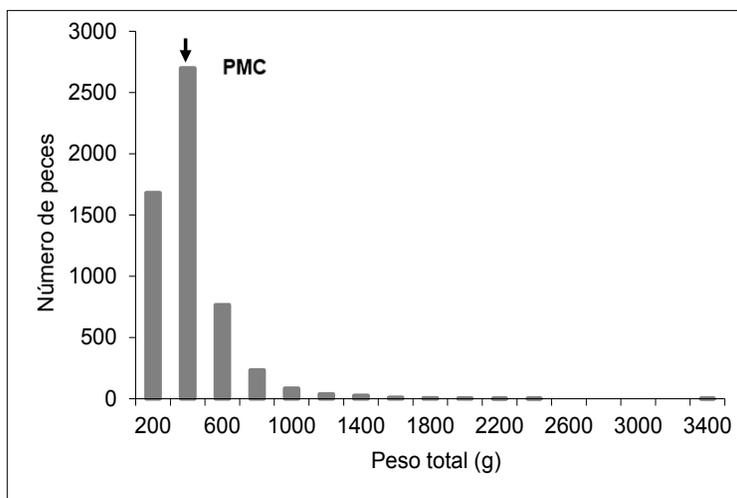
Figura 2. Distribución de frecuencias de pesos de Bocachico en la cuenca del río San Jorge en el período 2006-2010.

Los parámetros de crecimiento de la relación longitud-peso fueron estimados con la información mensual y anual de longitud y peso total (Tabla 3). El coeficiente de crecimiento (b) fluctuó entre 2.98 (año 2007) y 3.38 (año 2008), con valor interanual de 3.42, con diferencias estadísticas significativas entre los meses del período evaluado (F =2.717; p <0.05; gl =44). El test de TUKEY-KRAMER mostró que las diferencias se presentaron en el 10% de las combinaciones evaluadas.

El test de student (p <0.05) confirmó que todos los coeficientes de crecimiento fueron alométricos positivos (b >3.0), excepto el del año 2007 que fue isométrico, lo que sugiere

que los incrementos en pesos fueron más rápidos que los incrementos en tallas en el 80% del período evaluado, de acuerdo con TRESIERRA & CULQUICHICÓN (1993); mientras que en 2007 el crecimiento en peso fue proporcional al crecimiento en talla. El factor de condición osciló entre 0.003 (año 2008) y 0.012 (año 2007), sin encontrarse diferencias estadísticas significativas entre los meses del período evaluado ($F = 1.283$; $p > 0.05$; $gl = 44$).

$WT = a\,LT^b$	n	Longitud total (cm)			Peso total (g)			Relación longitud-peso		
		Rango	Prom.	DS	Rango	Prom.	DS	k ± IC	b ± IC	r
2006	1838	23.5-43.5	30.1	2.7	140.0-1300.0	324.0	102.5	0.009 ± 0.07	3.06 ± 0.05	0.95
2007	621	23.0-40.5	29.4	2.3	134.0-766.0	298.0	83.3	0.012 ± 0.11	2.98 ± 0.08	0.95
2008	1374	24.0-57.8	29.2	5.3	174.0-3458.0	490.2	199.1	0.003 ± 0.06	3.38 ± 0.04	0.97
2009	757	21.9-51.8	33.6	5.1	128.0-2290.0	575.6	321.0	0.005 ± 0.06	3.27 ± 0.04	0.98
2010	966	23.1-51.5	31.2	4.2	125.0-1796.0	396.2	205.3	0.006 ± 0.06	3.19 ± 0.04	0.98
2006-2010	5556	21.9-57.8	31.3	3.8	125.0-3548.0	409.0	211.2	0.003 ± 0.03	3.42 ± 0.02	0.95

Tabla 3. Información básica de talla, peso y parámetros de crecimiento de la relación longitud total-peso total de Bocachico en la cuenca del río San Jorge en el período 2006-2010. k es el factor de condición, b es el coeficiente de crecimiento y r es el coeficiente de correlación.

Con las estimaciones del coeficiente de crecimiento y el factor de condición se construyeron las relaciones longitud total-peso total para cada año y el período de estudio, en donde todos los coeficientes de correlación fueron altos y estadísticamente significativos ($p < 0.05$) como consecuencia de la asociación entre las variables estudiadas.

La regresión longitud total-peso total estimada para el período 2006-2010 fue:
$WT = 0.003\ (\pm 0.03)\ LT^{3.42\ (\pm 0.02)}$, $r = 0.95$, $n = 5556$ (Figura 3)
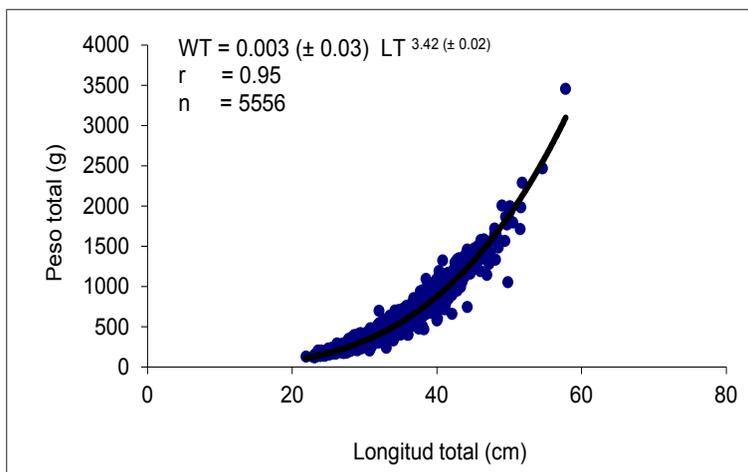
Figura 3. Relación longitud total-peso total de Bocachico en la cuenca del río San Jorge en el período 2006-2010.

En la Figura 4 se observan que los niveles promedio del río San Jorge fluctuaron entre 2.70 m (marzo) y 5.65 m (septiembre), mientras que el factor de condición del Bocachico osciló entre 0.002 en febrero (aguas bajas), julio (aguas altas), septiembre, octubre y noviembre (aguas descendentes) y 0.014 en mayo, que corresponde a aguas ascendentes. Contrastando estas dos variables, hay correlación directa y positiva entre el factor de condición y el ciclo hidrológico del río San Jorge en el período de aguas ascendentes (marzo y abril), al observarse el aumento del nivel de las aguas a la par con el factor de condición.

4 I DISCUSIÓN

Revisando la información disponible, se encontró que el rango de tallas de este trabajo es mayor que los reportados para el río Atrato (160-395 mm LS) por ARANGO (2001), las ciénagas de Tumaradó (19.0-38.0 cm LS) por JARAMILLO-VILLA & JIMÉNEZ-SEGURA (2008) y la ciénaga de Marriaga (20,0-47,0 cm LS) por ROA-CUBILLOS y VILLA-NAVARRO (2019), para la cuenca del río Sinú (24.6-35.0 y 20.3-37.7 cm LT) por OLAYA-NIETO et al. (2001, 2003a) y para el río San Jorge (19.9-42.7 cm LT) por DORIA-GONZÁLEZ et al. (2017). Por su parte, la talla media de captura (31.4 cm LT) es mayor a la reportada por DORIA-GONZÁLEZ et al., 2017 (TMC =29.0 cm LT) en el San Jorge y DE LA HOZ-M et al., 2017 (TMC =22.8 cm LT) en el Magdalena.
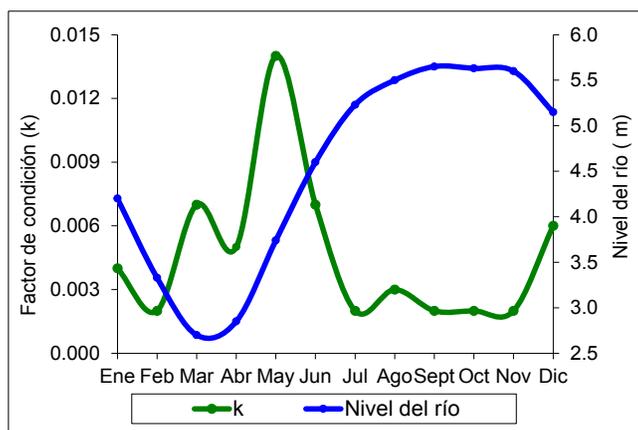
Figura 4. Factor de condición del Bocachico vs régimen hidrológico del río San Jorge en el período 2006-2010.

Estas diferencias pueden asociarse con el número de individuos recolectados, la época del año, la selectividad del arte de pesca utilizado, la presión pesquera a que es sometido el recurso pesquero, y las condiciones ambientales que presente el cuerpo de agua, entre otros factores, de acuerdo con SEGURA-GUEVARA et al. (2011), como es el

caso de los ríos San Jorge y Sinú.

Observando la talla mínima de captura permitida o reglamentada para la especie en la cuenca del río Magdalena, 25.0 cm LS (= 31.3 cm LT), solo la estimada en este trabajo cumple con la normatividad vigente (INDERENA, 1978), la cual tiene 42 años de haber sido expedida, encontándose que el 57.6% (n =3203) de los individuos fue capturado por debajo de la talla de captura establecida. DE LA HOZ-M et al., 2017 afirman que en términos de presión pesquera sobre individuos inmaduros en la cuenca del río Magdalena, *Prochilodus magdalenae* atraviesa una situación crítica porque sus capturas con los diferentes tipos de artes de pesca están ampliamente dominadas por individuos inmaduros, que en la gran mayoría supera el 80 %; concluyendo que en estos casos resulta factible una sobrepesca de crecimiento que puede comprometer la sostenibilidad de estas poblaciones.

DORIA-GONZÁLEZ et al., en prensa, estimaron la talla media de madurez de la especie en 30.2 cm LT para sexos combinados, y al relacionar dicha TMM con la TMC de este trabajo (31.4 cm LT) afirmaron que el Bocachico estaba siendo capturado después de su reproducción, lo que sugiere que la pesquería se está desarrollando adecuadamente y no hay sobrepesca evidente sobre el recurso, como sucede en los ríos Magdalena y Sinú.

El coeficiente de crecimiento de la relación longitud-peso estimado es mayor que los registrados para algunas especies de la familia Prochilodontidae en América del Sur, encontrándose fuera del rango 2.84-3.38, cuyo promedio ± intervalo de confianza al 95% es de 3.01 ± 0.07, de acuerdo con BARBIERI et al. (2000), OLAYA-NIETO et al. (2003b), DE LA HOZ et al. (2009), DE OLIVEIRA & ZANIBONI-FILHO (2009), OLIVA-PATERNA et al. (2009), PÉREZ (2010), VICENTIN et al. (2012), MARTÍNEZ et al. (2013), LLAMAZARES et al. (2014), NOBILE et al. (2015), CELLA-RIBEIRO et al. (2015), SILVA & STEWART (2017) y VILLALBA (2019) (Tabla 4).

Especie	Medición (cm)	k	b	n	r	Fuente
Prochilodus lineatus - H	LT*	1.95×10^{-5}	3.00	-	-	Barbieri et al., 2000
P. lineatus – M	LT*	1.00×10^{-5}	3.11	-	-	Barbieri et al., 2000
P. lineatus - SC	LT	0.053	2.84	506	0.988	Oliva-Paterna et al., 2009
P. lineatus – SC	LT	0.011	3.06	171	0.927	de Oliveira & Zaniboni-Filho, 2009
P. lineatus – H	LT	0.01213	3.039	273	0.950	Vicentin et al., 2012
P. lineatus – M	LT	0.01322	3.012	499	0.950	Vicentin et al., 2012
P. lineatus – SC	LS	0.0334	2.94	13968	0.994	Llamazares et al., 2014
P. lineatus – SC	LS	0.0294	2.96	2383	0.994	Llamazares et al., 2014
P. lineatus – SC	LS	0.0267	2.99	54	0.985	Nobile et al., 2015
Prochilodus mariae - SC	LT	0.022	3.02	849	0.927	Pérez, 2010
Prochilodus magdalenae – SC	LT	0.001	3.10	4223	0.97	Olaya-Nieto et al., 2003b
P. magdalenae - SC	LT	0.0163	2.94	48	0.991	De la Hoz et al., 2009
P. magdalenae - SC	LT	0.011	2.99	500	0.95	Martínez et al., 2013
P. magdalenae - SC	LT	0.003	3.38	1374	0.97	Villalba, 2019
P. nigricans - SC	LS	0.02972	2.933	639	0.98	Cella-Ribeiro et al., 2015
P. nigricans - SC	LS*	0.00004	2.85	315	0.996	Silva & Stewart, 2017
P. magdalenae - SC	LT	0.003	3.42	5556	0.95	Este trabajo, 2020

Tabla 4. Parámetros de crecimiento de la relación longitud-peso de Bocachico y algunas especies de la familia Prochilodontidae en América del Sur. H =hembra, M = macho, SC = sexos combinados, * = talla en mm.

Se confirmó la premisa de la relación inversa existente entre el coeficiente de crecimiento y el factor de condición. Sin embargo, las pequeñas variaciones del coeficiente de crecimiento (b) de la RLP, hacen que el factor de condición sea más usado para indicar la condición o bienestar de los peces, basándose en la hipótesis de que los peces más pesados de una misma talla están en mejor condición que los menos pesados (BAGENAL & TESCH, 1978). Es así como se observó que el factor de condición del Bocachico (0.003) es menor que el 64.7% de los factores mostrados en la Tabla 4, aunque se encuentra dentro del rango (0.00001-0.053), pero por fuera del promedio ± intervalo de confianza al 95% (0.016 ± 0.08).

Lo anterior confirma que el estado de bienestar de la especie en estudio está muy por debajo de la mayoría de los estados registrados en un área cercana, teniendo en cuenta que la condición corporal que presentan los peces obedece a numerosos tensores ambientales, como 1) las variables físicoquímicas del agua (HOLMES & YOUSON, 1994); 2) las variables bióticas, como las interacciones intra e interespecíficas como la competencia (WYTTENBACH & SENN, 1993), depredación (DANNEWITZ & PETERSSON, 2001); 3) factores propios de todas las especies que conforman un grupo, como las estrategias y tácticas alimentarias, reproducción, longitud o talla asintótica (ENGELHARD & HEINO, 2006); 4) disponibilidad y calidad del alimento (LUZ-AGOSTINHO et al., 2008) y 5) las interacciones entre estas variables (ASAEDA et al., 2007).

La correlación encontrada entre el factor de condición y el ciclo hidrológico del río

San Jorge en aguas ascendentes se explicaría porque en este período se presenta mayor disponibilidad de alimento (AGOSTINHO et al., 1999) y aumenta la producción en todos los niveles tróficos (O´BRIEN, 1990), por lo que el Bocachico respondería con un mayor consumo traducido en el incremento de su factor de condición probabemente antes de su reproducción.

5 | CONCLUSIONES

La información evaluada sugiere que el Bocachico es un pez de mediano tamaño, cuyo estado de bienestar ha sido alternante año tras año y cuyo valor alcanzado en el periodo en estudio es mucho menor que el bienestar reportado para varias poblaciones del género *Prochilodus* en América del Sur.

AGRADECIMIENTOS

A los pescadores artesanales y a los comercializadores de pescado de la cuenca del río San Jorge, a los tesistas-investigadores que colaboraron en este trabajo, y la Universidad de Córdoba, por la financiación recibida.

REFERENCIAS

AGOSTINHO AA, MIRANDA LE, BINI LM, GOMES LC, THOMAZ SM, SUZUKI HI. **Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging**. In: Tundisi JG, Straskrăba M. (eds.). Theoretical reservoir ecology and its applications. Leiden: Backhuys Publishers. 227-265, 1999.

ARANGO GA. **Algunos aspectos biológico pesqueros de cuatro especies ícticas en la ciénaga de Tumaradó**. Trabajo de pregrado. Medellín: Instituto de Biología, Universidad de Antioquia. 2001.

ASAEDA ST, MANATUNGE J, TAKESHI F. **The effects of predation risk and current velocity stress on growth, condition and swimming energetics of Japanese minnow (*Pseudorasbora parva*)**. Ecol Res v. 22 (1): 32-40, 2007.

BAGENAL TB, TESCH FW. **Age and growth**. In: Bagenal TB (ed.). Methods for assessment of fish production in fresh waters. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 101-136, 1978.

BARBIERI G, SALLES FA, CESTAROLLI MA. **Análise populacional do curimbatá, *Prochilodus lineatus*, do río Mogi Guaçu, Pirassununga/SP (Characiformes, Prochilodontidae)**. Bol Inst Pesca São Paulo v. 26 (2): 137-145, 2000.

BUITRAGO-SUÁREZ UA, BURR BM. **Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species**. Zootaxa 1512: 1-38, 2007.

CELLA-RIBEIRO A, HAUSER M, NOGUEIRA LD, DORIA CRC, TORRENTE-VILARA G. **Length–weight relationships of fish from Madeira River, Brazilian Amazon, before the construction of hydropower plants**. J Appl Ichthyol v. 31: 939–945, 2015.

CVS-FONADE. **Diagnóstico ambiental de la cuenca hidrográfica del río Sinú. Capítulo 1.** Convenio 192026. Montería: Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS)–Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo (FONADE). 2004.

DANNEWITZ J, PETERSSON E. **Association between growth, body condition and anti-predator behaviour in maturing and immature brown trout parr**. J Fish Biol v. 59 (4): 1081-1091, 2001.

DE LA HOZ-M J, NARVÁEZ JC, SOLANO OD. **Length–weight relationships for 36 fish populations from a disturbed tropical estuary in northern Colombia.** J Appl Ichthyol v. 25 (5): 618–619, 2009.

DE LA HOZ-M J, DUARTE LO, MANJARRÉS-Martínez L. **Estadísticas de desembarco y esfuerzo de las pesquerías artesanales e industriales de Colombia entre marzo y diciembre de 2017**. Informe técnico. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Universidad del Magdalena. 2017.

DE OLIVEIRA AP, ZANIBONI-FILHO E. **Length–weight relationships of fish species caught in the Upper Uruguay River, Brazil.** J Appl Ichthyol v. 25 (3): 362–364, 2009.

DORIA-GONZÁLEZ MA, ESPITIA-GALVIS AI, SEGURA-GUEVARA FF, TORDECILLA-PETRO G, MARTÍNEZ-GONZÁLEZ ÁL, OLAYA-NIETO CW. **Biología reproductiva del Bocachico *Prochilodus magdalenae* (Steindachner, 1878) en la cuenca del río San Jorge, Colombia**. Memorias XIV Congreso Colombiano de Ictiología y Quinto Encuentro de Ictiólogos Suramericanos. Dahlia (Rev Asoc Colomb Ictiol) Edición especial v. 13: 167, 2017.

DORIA-GONZÁLEZ MA, ESPITIA-GALVIS AM, SEGURA-GUEVARA FF, OLAYA-NIETO CW. **Biología reproductiva del Bocachico *Prochilodus magdalenae* (Prochilodontidae) en el río San Jorge, Colombia.** Acta Biol Colomb v. 26 (1): en prensa.

ENGELHARD GH, HEINO M. **Climate change and condition of herring (*Clupea harengus*) explain long-term trends in extent of skipped reproduction.** Oecologia v. 149 (4): 593-603, 2006.

ESPITIA A, DORIA M. **Biología reproductiva del Bocachico (*Prochilodus magdalenae* Steindachner, 1878) en el río San Jorge, Colombia.** Trabajo de pregrado. Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Montería: Universidad de Córdoba. 2015.

FAO. **Pesca continental. Orientaciones técnicas para la pesca responsable.** Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1998.

HOLMES JA, YOUSON JH. **Fall condition factor and temperature influence the incidence of metamorphosis in Sea Lampreys, *Petromyzon marinus*.** Can J Zool v. 72 (6): 1134-1140, 1994.

INDERENA. **Resolución 0595 del 1 de junio de 1978**. Bogotá: Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables-INDERENA. 1978.

JARAMILLO-VILLA U, JIMÉNEZ-SEGURA LF. **Algunos aspectos biológicos de la población de *Prochilodus magdalenae* en las ciénagas de Tumaradó (río Atrato), Colombia**. Actual Biol v. 30 (88): 55-66, 2008.

LLAMAZARES D, LOZANO IE, DOMÁNICO AA. **Length–weight, length–length relationships and length at first maturity of fish species from the Paraná and Uruguay rivers, Argentina**. J Appl Ichthyol v. 30 (3): 555-557, 2014.

LUZ-AGOSTINHO KD, AGOSTINHO AA, GOMES LC, JÚLIO JR HF. **Influence of flood pulses on diet composition and trophic relationships among piscivorous fish in the upper Paraná River floodplain**. Hydrobiologia v. 607 (1): 187-198, 2008.

MARTÍNEZ AL, MORA AP, ARELLANO JJ. **Bienestar y crecimiento del Bocachico (*Prochilodus magdalenae* Steindachner, 1878) en la ciénaga Grande de Lorica una década después de la construcción de la hidroeléctrica Urrá.** Trabajo de posgrado. Especialización en Gestión Ambiental. Lorica: Fundación Universitaria del Área Andina. 2013.

NOBILE AB, BRAMBILLA EM, DE LIMA FP, FREITAS-SOUZA D, BAYONA-PEREZ IL, CARVALHO ED. **Length–weight relationship of 37 fish species from the Taquari River (Paranapanema Basin, Brazil).** J Appl Ichthyol v. 31 (3): 580–582, 2015.

O´BRIEN WJ. **Perspectives on fish in reservoir limnology.** In: Thornton KW, Kimmel BL, Payne FE. (eds.). Reservoir limnology: ecological perspectives. New York: John Wiley and Sons. 209-225, 1990.

OLAYA-NIETO CW, SOLANO D, FLÓREZ O, BLANCO H, SEGURA-GUEVARA FF. **Evaluación preliminar de la fecundidad del Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) en el río Sinú, Colombia.** MVZ-Córdoba v. 6 (1): 31-36, 2001.

OLAYA-NIETO CW, SEGURA-GUEVARA FF, BRÚ-CORDERO SB, BLANCO-VIELLAR HM. **Biología reproductiva del Bocachico (*Prochilodus magdalenae* Steindachner, 1878) en el río Sinú, Colombia.** II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA (http://www.civa2003.org); 727-734, 2003a.

OLAYA-NIETO CW, SEGURA-GUEVARA FF, BRÚ-CORDERO SB, UBARNES-CORONADO G, SOLANO D. **Relación longitud–peso y factor de condición del Bocachico (*Prochilodus magdalenae* Steindachner, 1878) en la ciénaga Grande de Lorica, Colombia.** Montería: Encuentro Regional sobre Investigaciones en Embalses y Ciénagas del Caribe Colombiano. 15, 2003b.

OLAYA-NIETO CW, SEGURA-GUEVARA FF, TORDECILLA-PETRO G, MARTÍNEZ-GONZÁLEZ Á. **Estimación de los parámetros biológicos básicos de peces comerciales de la cuenca del río San Jorge–Fase II**. Informe final. Lorica: Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP, Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba. 2016.

OLIVA-PATERNA FJ, TORRALVA M, CARVALHO ED. **Length-weight relantionship for 20 species collected in the Jurumirim reservoir (Paranapanema Basin, Brazil).** J Appl Ichthyol v. 25 (3): 360-361, 2009.

PÉREZ A. **Length-weight relationship of the several commercial fish species in the Apure river, Venezuela**. Acta Apuroquia v. 2 (1): 14-20, 2010.

RICKER WE. **Computation and interpretation of biological statistics of fish population**. J Fish Res Board Can 191: 1-382, 1975.

ROA-CUBILLOS MM, VILLA-NAVARRO FA. **Aspectos reproductivos y pesqueros de *Prochilodus magdalenae* Steindachner, 1879 (Characiformes: Prochilodontidae) en la ciénaga de Marriaga, río Atrato, Colombia.** Rev Acad Colomb Cienc Ex Fis Nat v. 43 (166): 44-51, 2019.

SEGURA-GUEVARA FF, CONTRERAS ML, OLAYA-NIETO CW. **Relación longitud-peso de la Cachana (Cynopotamus atratoensis) en la ciénaga Grande de Lorica, Colombia**. Acta Biol Colomb v. 16 (1):77-89, 2011.

SILVA EA, STEWART DJ. **Reproduction, feeding and migration patterns of *Prochilodus nigricans* (Characiformes: Prochilodontidae) in northeastern Ecuador.** Neotrop Ichthyol v. 15 (3): 1-13, 2017.

SPARRE P, VENEMA SC. **Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales**. Parte 1. Manual. FAO Doc Téc de Pesca v. 306/1 (rev.2): 1-420, 1997.

STEINDACHNER F. **Zur Fisco-Fauna des Magdalenen-Stromes.** Anz Akad Wiss Wien v. 15 (12): 88-91, 1878.

TRESIERRA AE, CULQUICHICÓN ZG. **Biología pesquera.** Trujillo: Concytec. 1993.

TUKEY JW. **Comparing individual means in the analysis of variance**. Biometrics v. 5: 99-114, 1949.

VALDERRAMA M, PETRERE JR M, ZÁRATE M, VERA G. **Parámetros poblacionales (mortalidad, rendimento máximo sostenible) y estado de explotación del Bocachico *Prochilodus magdalenae* (Steindachner, 1878; Prochilodontidae) del Bajo río Magdalena (Colombia).** Boletín Científico INPA v. 1: 43-60, 1993.

VICENTIN W, ROCHA AS, RONDON PL, COSTA FES, SÚAREZ YR. **Parâmetros populacionais, período reprodutivo e crescimento de *Prochilodus lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae) na cabeceira do rio Miranda, alto rio Paraguai.** Oecol Aust v. 16 (4): 891-904, 2012

VILLALBA JM. **Relaciones talla-peso y factor de condición del Bocachico *Prochilodus magdalenae* (Steindachner 1878) en el río San Jorge, Colombia**. Trabajo de pregrado. Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Montería: Universidad de Córdoba. 2019.

WYTTENBACH A, SENN DG**. Intertidal habitat: does the shore level affect the nutritional condition of the shanny (*Lipophrys pholis*, Teleostei, Blenniidae)?** Cell Mol Life Sci v. 49 (8): 725-728, 1993.

ZÁRATE M, MARTÍNEZ J, CARABALLO PR. **Captura y esfuerzo pesquero en la cuenca del río Magdalena y su sistema de planos inundables durante la subienda 1987 y estado actual de sus pesquerías.** Informe Técnico. San Cristóbal: INDERENA. 1988.

CAPÍTULO 5

OBSERVACIONES DEL CHURRÍN MAGALLÁNICO (*SCYTALOPUS MAGELLANICUS*, FAM. RHINOCRYPTIDAE) EN EL EXTREMO AUSTRAL DEL SUR DEL MUNDO, CABO DE HORNOS, CHILE

Data de aceite: 04/02/2021
Data de submissão: 14/12/2020

Alejandro Correa Rueda
Biólogo Senior. Fundación Omora,
Santiago, Chile.
http://orcid.org/0000-0003-2067-4611

RESÚMEN: se realizaron observaciones de cuatro grupos conespecíficos de *Scytalopus magellanicus* de la familia Rhinocryptidae, especialmente para observar la presencia de esta especie en época post-reproductiva y las preferencias de hábitat en los bosques más australes del mundo en la época otoñal. El estudio fue realizado en Isla Navarino, específicamente en el Parque Etnobotánico Omora 54º S; 67º W, ubicado en Puerto Williams, Cabo de Hornos, Chile. Se utilizaron grabaciones de vocalizaciones de esta especie y que permitieron observar y escuchar de cerca al Churrín Magallánico *in situ*. Por otra parte mediante imitación vocal de la especie, nos permitió acercarnos aún más a esta especie evasiva. En este trabajo ampliamos el registro del Churrín Magallánico de Puerto Williams en la zona del Cabo de Hornos, ya que fue registrada hasta al menos el 19 de abril del año 2002, en Puerto Williams, Isla Navarino, Chile. Es importante destacar que el Churrín Magallánico de Puerto Williams no se ha observado hace ya varios años, se sugiere extinción local.
PALABRAS CLAVE: *S. magellanicus*, Bosques-Subantárticos, extinción-local, Puerto Williams.

OBSERVAÇÕES DO CHURRÍN MAGALÂNICA (*SCYTALOPUS MAGELLANICUS*, FAM. RHINOCRYPTIDAE) NO EXTREMO SUL DO MUNDO, CABO DE HORNOS, CHILE

RESUMO: foram feitas observações de quatro grupos conspecíficas de *Scytalopus magellanicus* da família Rhinocryptidae, principalmente para observar a presença desta espécie na estação pós-reprodutiva e as preferências de habitat nas florestas mais ao sul do mundo no outonal. O estudo foi realizado na Ilha Navarino, especificamente no Parque Etnobotânico Omora 54º S; 67º W, localizado em Puerto Williams, Cabo de Hornos, Chile. Foram utilizados registros de vocalizações desta espécie, o que nos permitiu observar e ouvir de perto o Churrín Magellan de Puerto Williams *in situ*. Por outro lado, por meio da imitação vocal da espécie, nos permitiu chegar ainda mais perto dessa espécie indescritível. Neste trabalho expandimos o registro do Churrín Magellan na área do Cabo Hornos, uma vez que foi registrado até pelo menos 19 de abril de 2002, na área do Puerto Williams, Ilha Navarino, Chile. É importante notar que o Churrín Magellan de Puerto Williams não é observado há vários anos, sugere-se a extinção local.
PALAVRAS-CHAVE: *S. magellanicus*, Florestas Subantárticas, extinção local, Puerto Williams

1 I INTRODUCCIÓN

El Churrín magallánico (*Scytalopus*

magellanicus) es una especie monotípica y generalista de hábitat (Krabbe & Schulenberg, 2003; Correa & Rozzi, 2003). Se distribuye por el norte hasta los 30° S (Cornelius *et al*. 2000) y por el norte de Argentina hasta Neuquén 38° S (Narozky & Yzurieta, 2010). Por el sur de Sudamérica se ha observado en Tierra del Fuego, las Islas Falkland, abarcando Isla Navarino, archipiélago de Wollaston e islas cercanas al Cabo de Hornos, Chile (55° S) y Argentina (52° S) (Woods *et al.* 1997; Couve *et al*., 2016) e incluso se tiene un registro en Islas Malvinas (Darwin,1841). El Churrín Magallánico es una especie sedentaria y residente todo el año en el Cabo de Hornos (Crawshay, 1907; Olrog, 1948; Peterson & Humphrey, manuscrito no publicado), además es la única especie de Rhinocryptidae (Correa *et al*. 2017), que se encuentra en los bosques más australes del mundo, ubicado en el Cabo de Hornos (Correa & Rozzi, 2003). Su dieta principal en invierno consiste básicamente de insectos del orden Coleoptera en la zona del Cabo de Hornos (Reynolds, 1935; Crawshay, 1907), dieta que son similares a otras especies de rinocríptidos que viven en el sotobosque en el archipiélago de Chiloé (Correa *et al*. 1990). Algunos autores han señalado que el Churrín Magallánico ha sido registrado todos los meses del año en el Cabo de Hornos a excepción de marzo, abril, junio, agosto y septiembre (Humphrey *et al*. 1970) y en Isla Gabble, Ushuaia se han registrado en febrero, mayo, julio, noviembre y diciembre (Beck, notas de campo no publicadas; Dabbene, 1902; Olrog, 1950). El hábitat ocupado en verano por el Churrín Magallánico en el Cabo de Hornos está compuesto por matorrales y pastizales costeros según Humphrey *et al*. 1970. En el Cabo de Hornos e islas del Canal del Beagle habita en diferentes ecosistemas abarcando grandes extensiones de áreas que limitan en el norte con vegetación de pastos altos y bosques con matorral cerrado (Woods, 1988; Ridgley & Tudor, 1994). Existen escasos estudios en relación con el hábitat del Churrín Magallánico en localidades de Tierra del Fuego (Barros, 1976; Venegas, 1981). En este estudio se realizan por primera vez observaciones relacionados con el uso de hábitat y la presencia de grupos conespecíficos de Churrín Magallánico en época post-reproductiva en los bosques subantárticos, en la estación de otoño (abril del año 2002) Puerto Williams, Cabo de Hornos, Chile.

2 I MATERIALES Y MÉTODOS

Isla Navarino presenta características fisiográficas muy particulares y que tienen origen por su relieve, formado por una cadena montañoso de sentido este a oeste y determina a su vez tres tipos básicos climáticos (Pisano, 1977). El aspecto pluviométrico es de 600 mm anuales en la costa norte y hasta 1000 mm en el sur (Jérez & Arancibia, 1972). Por otro lado la composición del estrato arbóreo del bosque subantártico está compuesto fundamentalmente por: *Nothofagus betuloides*, *Nothofagus antarctica*, *Nothofagus pumilio* y *Drymis winteri*. En el sotobosque hay matorral principalmente compuesto por matorral; *Embotrium coccineum*, *Berberis buxifolia*, *Berberis .ilicifolia*, *Gaulteria mucronata*, *Ribes*

magellanicum, *Philesia magellanica* y *Embotrium rubrum*. La investigación se realizó en otoño, desde el 1 al 19 de abril del año 2002, en el parque Etnobotánico Omora, ubicado en Puerto Williams (54º S; 67º W) (Figura 1), Isla Navarino, Cabo de Hornos, que colinda al oriente con el Canal del Beagle. Los censos del Churrín se realizaron desde el 7 de Abril al 19 de abril del año 2002, con horarios diarios y/o fluctuantes debido a las condiciones climáticas preponderantes (Tabla 1). Para obtener respuestas vocales de los Churrines se expusieron en un punto de observación del sitio de estudio grabaciones de playback (método uno) obtenidas de la base de datos de la biblioteca xeno-canto (www.xeno-canto.org; XC53537). El Churrín Magallánico produce cinco tipos de vocalizaciones (Riveros & Villegas, 1994), por consiguiente el método dos consistía en imitar las vocalizaciones del Churrín Magallánico mediante sonidos emitidos vocalmente (Correa, datos de campo no publicados) y caracterizado por un "*patras-patras- patras*" (Philippi *et al*, 1954). De acuerdo con estos métodos utilizados se distinguieron cuatro grupos conespecíficos de churrines en diferentes puntos que ya están demarcados y señalados en el Parque Omora (Figura 1) y se caracterizó el hábitat de cada grupo de churrines. La primera estación de muestreo de churrines se denominó estación de observación A (ubicado en sitios ya demarcados con los números 13 y 14 del parque Omora, Figura 1). Esta estación es un hábitat abierto de vegetación baja, formado por pendientes de un 17% de inclinación y se representó por la siguiente vegetación: especies arbóreas de ñirre *N. antarctica* y coigüe de Magallanes *N. betuloides* en pie y caídos, tanto por la acción erosiva y natural de ambiente o por la acción erosiva y depredadora del castor, *Castor canadiensis* especie introducida y que constituyen una verdadera plaga en estos bosques subantárticos (Rozzi & Jiménez, 2014). Este sitio colinda con el río Róbalo al sur. El segundo sitio en que fueron observados grupos conespecíficos de churrines magallánicos se le denomino estación B (en sitios ya demarcados con los números 8 y 11 del parque Omora, Figura 1), el hábitat de esta área está altamente perturbado debido a la acción erosiva del Castor. El hábitat de estas poblaciones de churrines, lo componen principalmente vegetación de turba: *Marsipo grandispermum grandiflorum*, gramineas *sp.*, *Taraxacum officinalis* y son sitios abiertos e inundados. Por otra parte esta área también está dominada por especies arbóreas que aún están sanas y muchas otras que están muertas, en pie y caídos de las especies: *N. antarctica* y *N. betuloides* y sucesiones de plántulas de *D. winteri*. Anteriormente esta área estaba conformado por un bosque cerrado. La tercera estación de observación en que fueron observados grupos de churrines se le denomino estación C (en sitio ya demarcado con el número 16 del parque Omora, Figura 1) y la composición vegetal se caracterizó por ser un bosque mixto maduro o primario de: *N. pumilio*, *N. betuloides* y *D. winteri* formando bosques de cobertura densa y dosel cerrado. El cuarto sitio o estación de observación D (en los sitios ya demarcados con los números 4 y 5 del parque Omora, Figura 1), en que fueron observadas poblaciones de churrines magallánicos, es un renoval de *N. pumilio* y otras especies arbóreas adultas, está ubicado en una pequeña quebrada de 10 % de

inclinación y en el fondo de esta quebrada, el suelo está inundado. El borde de quebrada está conformado por las especies leñosas de un bosque secundario de árboles adultos de; *N. pumilio* y *N. betuloides* el dosel de estas especies de árboles es cerrado. El sotobosque está cubierto de helechos *Blechnum sp*, musgos y líquenes de diferentes especies no identificados (Rozzi, 2018), y algunos troncos caídos debido a la actividad erosiva de los castores y la fragilidad de los suelos (Pisano, 1980).

3 | RESULTADOS

El número total de los registros escuchados y/o observados para las cuatro poblaciones de churrines encontrados en las cuatro estaciones de muestreo, fueron de ciento ochenta y nueve (Tabla 1). En las poblaciones de churrines de los sitios abiertos, es decir en las estaciones A y B, se registro una frecuencia del 38 % (setenta y dos registros observados y/o escuchados). Para las estaciones de muestreo C y D de las poblaciones de churrines observados en los sitios con vegetación más cerrada, fue de un 62 % (ciento diecisiete registros observados y/o escuchados). En uno de los encuentros con grupos de churrines de la estaciones de observación A y B, se obtuvo una distancia de acercamiento entre los churrines y el observador de 2 y 8 metros con el método dos. En las estaciones de observación C y D se obtuvo una distancia de acercamiento entre los churrines y el observador de 3 y 5 metros. Las distancias en metros entre las respuestas vocales de individuos de churrines y el observador, con los métodos del playback y/o imitaciones empleadas, fluctuaron entre los 5 a 200 metros en las estaciones de observación A y B. En las estaciones C y D, las distancias de las respuestas vocales entre los churrines y el observador, fueron más cortas, fluctuaban entre los 4 a 70 metros. Cabe destacar que con los métodos del playback y/o imitaciones de las vocalizaciones se pudieron observar pautas conductuales nunca antes registradas, el método dos atrajo a dos individuos del grupo conespecífico de churrines de la población situada en la estación de observación B; un adulto y otro juvenil. Patrones de agresividad intensos fueron exhibido por un adulto y que a su vez emitía una fuerte vocalización de alarma: "*tieu-tieu-tieu-tieu*" (Correa *et al.* 2020), puesto que este individuo parental adulto se situó delante del ejemplar juvenil, protegiéndolo del observador, a solo dos metros de distancia. Probablemente existe cooperación intraespecífica (Allee, 1931) entre los grupos de churrines que habitaban en estas áreas de observación. Mediante las grabaciones de las vocalizaciones emitidas por el método uno (playback) se logró registrar en más de una ocasión, ejemplares adultos de churrines del grupo que habitaba en el área de la estación de observación A, salir del interior de grandes troncos huecos botados de ñirre (10 m de largo X 0,5 m de ancho). Estas galerías interiores eran recorridas en toda su extensión en solo 8 segundos (tomadas con un cronómetro marca Seiko), de un extremo a otro. La ocupación de galerías interiores en grandes árboles botados es probablemente con el propósito de protegerse de

las inclemencias del clima en la estación de otoño e invierno y de la acción depredadora de las aves rapaces como tiuques *Milvago chimango* que actúa a nivel del aire y el visón *Mustela vison* especie introducida que actúa a nivel del suelo y agua, en Puerto Williams.

4 I CONCLUSIONES

Nosotros proponemos, que al utilizar los métodos auditivos uno y dos que nos permitieron observar y/o escuchar a los churrines en el Parque Omora, se obtiene una alta incidencia en los acercamientos de los individuos de churrines hacia nosotros. No obstante, los churrines muestran una conducta evasiva al estar en espacios abiertos, sería esperable que la frecuencia de observaciones y/o escuchados mediante los métodos uno y dos fueran menores, sin embargo se obtuvieron resultados que muestran una alta frecuencia de observaciones y audiciones de los grupos de churrines que allí habitaban (ver Tabla 1). Por consiguiente, con el método dos se lograron observar a adultos y juveniles del grupo de churrines que habitaban en las estaciones de observación A y B. Sin embargo, en más de una oportunidad, la emisión de las vocalizaciones utilizadas por los métodos uno y dos hacían aproximarse a ejemplares de aves rapaces como tiuques. Por otra parte, para los sitios de observación con vegetación arbórea y dosel cerrado C y D, que es el tipo de hábitat que naturalmente frecuenta el Churrín Magallánico durante el año, se obtuvieron altas frecuencias de respuestas, que es lo que se esperaría. En la mayoría de los casos, en que se observaron grupos de churrines en las estaciones de observación de vegetación baja y espacios abiertos A y B, tenían sus nidos o madrigueras ocultos en árboles muertos y botados. Probablemente el Churrín Magallánico elija estos sitios para reproducción y nidificación en verano, y en que preferentemente ocupan estos hábitat abiertos durante esa estación, tal como lo señalaba Humphrey *et al*. 1970. Más aún los resultados de una investigación realizado por el autor, sobre la divergencia en el fenotipo del plumaje del Churrín Magallánico juvenil en Puerto Williams, Isla Navarino, en las estaciones de observación A y B, compuestas por parches de vegetación arbustiva e inundados, con pequeños remanentes forestales de árboles compuestos: por individuos sanos, individuos de árboles muertos en pie y botados, que es un ambiente que se ha ido degradando paulatinamente, se concluyó que esta divergencia en el plumaje, podría reflejarse por los cambios en el ambiente o cambios estacionales en la dieta de esta especie de *Scytalopus*, también es factible considerar la posibilidad que haya un inicio de especiación del Churrín Magallánico de Puerto Williams, Isla Navarino, Chile (Correa 2012-2013).

Por otra parte es importante señalar que el Churrín Magallánico de Puerto Williams no se ha observado ni escuchado hace ya varios años, por lo menos hasta el año 2013 y existe la probabilidad de una extinción local (Correa, 2012-2013).

Según el conocimiento actual de el Churrín Magallánico, el tamaño de la población, el rango de distribución, no cumpliría con los criterios para considerar a la especie como

amenazada, pero debido a las amenazas y vulnerabilidades mencionadas en esta investigación en la región de Puerto Williams, Isla Navarino, Cabo de Hornos, Chile, recomendaríamos encarecidamente que *S. magellanicus* se clasifique como especie “amenazada” en la lista roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de La Naturaleza (UICN, 2019).

Nosotros ampliamos el registro de observaciones en la estación otoñal, para el Churrín Magallánico en la zona del Cabo de Hornos, ya que fue registrada hasta al menos el 19 de abril del año 2002, en la zona del Cabo de Hornos, Puerto Williams, Isla Navarino, Chile.

Estudios de proyectos de conservación de estos ecosistemas prístinos deben tener una consideración prioritaria de protección y conservación de estos pequeños grupos de rinocríptidos del género *Scytalopus* y que son clave en la evolución de las especies del complejo grupo de *Scytalopus* [*magellanicus*] del hemisferio sur (Krabbe *et al.* 2020).

AUTORIZACIONES/ RECONOCIMIENTOS

El autor se hace responsable de todo el contenido del trabajo. El autor agradece a tres revisores anónimos la corrección de este trabajo. A Marina Garbarino por traducción del portugués. Agradecemos a R. Rozzi y F. Massardo por su valiosa colaboración en la descripción de la flora. A Nolberto Gonzáles por facilitarnos el material de apoyo para los registros de bioacústica. Este manuscrito es dedicado a las comunidades Yáganes que poblaban el Cabo de Hornos.

REFERENCIAS

ALLEE, WC.1931. **Animal aggregations: a study in general sociology**. University of Chicago Press, Chicago. EEUU.

BARROS, A.1976. **Nuevas aves observadas en las islas Picton, Nueva, Lennox y Navarino Oriental**. Anales Inst. Pat. Punta Arenas, Chile. Vol 7.

BECK, RH. 1902. Unpublished fields notes.

CORNELIUS, C., COFRE, H., MARQUET, P.A. 2000. **Effects of habitat fragmentation on bird species in a relict temperate forest in semiarid Chile**. Cons. Biol. 534-543.Vol. 14 Nº 2.

CORREA, A., ROZZI, R., ARMESTO, JJ., SCHLATTER,R. & TORRES MURA, JC. 1990. **La dieta del Chucao *S. rubecula* un passeriforme terrícola endémico del bosque templado húmedo de Sudamérica Austral**. Rev. Chilena de Historia Natural 63:197-202.

CORREA, A. & ROZZI, R. 2003. ***Scytalopus magellanicus* un generalista en el extremo sur del mundo.** VII Neotropical Ornithological Congress.. Program and Books Abstract. Editors Ornithology Neotropical. Pp. 168. Termas de Puyehue, Chile..

CORREA, A. 2012-2013. **Divergencia en el plumaje del "Churrín" juvenil (*Scytalopus magellanicus*, Gmelin) en Isla Navarino, Chile**. Bol. Ins. Cat. His.Nat. 77:165-168.

CORREA A, MPODOZIS J & M. SALLABERRY. 2017. **Rinocríptidos Chilenos: especiación**. Ed. Verlag/Ed. Académica Española. Bahnhofstr, 28, D-66111, Saarbrücken, Germany.

CORREA, A, FIGUEROA J. & ROZZI, R. 2020**. Primer registro de simpatría en dos especies de *Scytalopus* (Fam. Rhinocryptidae) en Zapallar, Región de Valparaíso, Chile**. Revista Catalana de d'Ornitología. 36:79-82.

COUVE, E., VIDAL, F. & RUIZ, J. 2016. **Aves de Chile. Sus Islas Oceánicas y Península Antártica**. FS Editorial. Punta Arenas, Chile.

CRAWSHEY, R. 1907. The birds of tierra del Fuego. Ber. Quar., London.UK.

DABBENE, R.1902. **Fauna Magallánica, mamíferos y aves del Archipiélago de la Tierra del Fuego e islas adyacentes**. Anales del Museo nacional de Buenos Aires. Series 3, 1:341-409.

DARWIN, CR.1841. **The zoology of the voyage of HMS Beagle**. Part 3, Birds: 8-145.

DE LA PEÑA, M & DM. RUMBOLL. 1998. **Birds of Southern South America and Antarctica**. Harper Collins Publishers. 304 pp.

HUMPHREY, PS., BRIDGE, D., REYNOLDS, PW., PETERSON, RT. 1970. **Birds of Isla Grande (Tierra del Fuego)**. Published and distributed for the Smithonian Institution by the University of Kansas Museum of Natural History. 1: 411.

JEREZ, PM Y M. ARANCIBIA.1972. **Trazado de isoyetas del sector centro oriental de la provincia de Magallane**s . Pub. Instituto de la Patagonia. Punta arenas, Chile. Serie de monografías N° 4: 28.

KRABBE, N.K., SCHULENBERG, T., HOSNER, P.A., ROSENBERG , K.V., DAVIS, T.J., ROSENBERG, G.H., LANE, D.F., ANDERSEN, M.J., ROBBINS, M.B., CADENA, C.D., VALQUI, T., SALTER, J.F., SPENCER, A.J., ANGULO, F. & FJELDSÅ, J. 2020. **Untangling cryptic diversity in the High Andes: Revision of the *Scytalopus* [*magellanicus*] complex (Rhinocryptidae) in Perú reveals three new species**. Auk. Vol. 137: 1-26.

NAROZKY, T & YZURIETA, D. 2010. **Aves Argentinas & Uruguay**. Guía de Identificación. Vázquez Massini Ed. Argentina.

OLROG, C.1948. **Observaciones sobre la avifauna de Tierra del Fuego y Chile**. Acta Zoológica Lilloana. 5:437-531.

OLROG, C.1950. **Notas sobre mamíferos y aves del archipiélago del Cabo de Hornos**. Acta Zoológica Lilloana. 9: 502-532.

PETERSON, RT & PS. HUMPHREY. 1932: **Unpublished fields notes**.

PHILIPPI, RA., JOHNSON. AW., GOODALL., JD & DF. BEHN.1954. **Notas sobre aves de Magallanes y Tierra del Fuego. Boletín del Museo de Historia Natural de Chile**. Vol. 26(3): 1-65.

PISANO, E.1977. **Fitogeografía de Fuego- Patagónica- Chilena. Comunidades vegetales entre las latitudes 52 y 56° S**. Anales del Instituto de la Patagonia, punta Arenas (Chile). 8: 121-250.

PISANO, E.1980. **Distribución y características de la vegetación del Archipiélago del Cabo de Hornos**. Anales Instituto de la Patagonia, Punta Arenas (Chile). 11: 191-224.

REYNOLDS, PW.1935. **Notes on the birds of Cape Horn**. IBIS, 13 th series. Vol 5: 65-101.

RIDGELY, RS & G. TUDOR.1994. **The birds of South America**. Vol. 2. University of Texas Press, Austin, Texas.

RIVEROS, G & N. VILLEGAS.1994. **Análisis taxonómico de las subespecies chilenas de *Scytalopus magellanicus* (Fam. Rhinocryptidae), Aves a través de sus cantos**. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso 22: 91-101.

ROZZI, R. & JIMENEZ, J. E. 2014. **Magellanic Sub-Antarctic ornithology: First Decade of Bird Studies at the Omora Ethnobotanical Park, Cape Horn**. **Biosphere Reserve, Chile**. University of North Texas press, Denton, TX, USA.

ROZZI, R. 2018.**Cabo de hornos: un crisol biogeográfico en la cumbre austral de América**. Magallania (Chile). Vol. 46(1):79-101.

SIEFELD, W Y C. VENEGAS.1980.**Poblamiento e impacto ambiental del *Castor canadiensis* (Kuhl), en Isla Navarino de Chile**. Anales Instituto de Patagonia. Punta Arenas, Chile. Vol. (11).

IUCN. (2019). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-2. http://www.iucnredlist.org. Downloaded on July 18, 2019

VENEGAS, C.1981. **Aves de Wollaston y Bayly.** Anales Instituto de Patagonia. Punta Arenas, Chile. Vol. (12): 213-219.

WOODS, R.1988. **Guide to birds of the Falkland Islands**. Published by Anthony Nelson Ltd. England. 256 pp.

Figura 1: Área de estudio Parque Omora (54º S; 67º W), Puerto Williams, Isla Navarino, Chile, en donde se registraron las observaciones y/o audiciones de los grupos conespecíficos del Churrín Magallánico. El área del Parque está delimitada en sitios demarcados con números. Ilustración: Oliver Vogel. Fuente: Fundación Parque Omora, Reserva de la Biosfera.

Año 2002	1	2	3	4
Dia/Abril				
7	8:30	A	2	N
	10:30	C	1	N
8	8:00	B	7	D
	16:30	D	7	D
	18:00	C	5	D
9	7:45	D	7	D
	8:40	C	5	D
	10:40	D	7	D
	17:00	B	6	D
10				NE
11	9:00	C	3	V
	9:45	C	4	V
	10:15	C	3	V
	10:25	B	4	V
	11:05	B	3	V
	12:10	A	3	V
	13:20	A	2	V
12	8:35	D	3	N
	15:20	D	2	N
	16:30	C	2	N
13	11:40	D	3	N
	13:40	C	2	N
	16:30	C	3	N
14	8:30	D	3	N
	16:30	D	5	V
	17:45	D	6	V
	18:00	D	6	V
15	11:00	D	5	V
	12:20	D	6	V
	16:00	C	7	V
	17:40	A	7	V
	18:00	A	5	V
16	9:30	D	7	V
	10:30	A	6	V
	12:00	B	7	V
	12:00	B	4	V
	14:30	C	5	V
	15:00	C	6	V
17	14:20	B	6	F/N
19	15:05	A	5	F/N
	16:50	A	5	F/N
	17:10	A	4	F/N

Simbologia superior (Tabla 1)

1 =Horas de observación

2= Estaciones de observación de los grupos de churrines:
A,B = abiertos
C,D = cerrados

3=Número de individuos: observados y/o escuchados

4= Descripción del clima:
N: Nublado; **D**:despejado,
V:Variable, **NE**: Nevando,
F/N: T°C frío y nublado

S. magellanicus en sitios abiertos A y B, número de registros (O/E; n=72).
S. magellanicus en sitios cerrados C y D, número de registros (O/E; n= 117).
Total de registros (n=189).

Tabla 1: Registros de *S. magellanicus*; escuchados (E) y observados (O) en Parque Omora, Puerto Williams, Cabo de Hornos, Chile durante su época post-reproductiva. Los muestreos fueron realizados entre las 08:30 y 17:30 horas.

CAPÍTULO 6

PIRANGA RUBRA (CARDINALIDAE) NOVA REGISTRO NO CHILE

Data de aceite: 04/02/2021

Alejandro Correa Rueda
Fundación Omora, Chile.
http://orcid.org/0000-0003-2067-4611

RESUMO: Nesse artigo detalha-se uma nova aparição de Tangara (*Piranga rubra*) numa parte do bosque do Tamarugo (*Prosopis tamarugo*) no norte do Chile. Esse macho é a primeira aparição de uma espécie na Reserva Nacional Pampa do Tamarugal na zona norte do Chile.
PALAVRAS - CHAVE: Bosque de Tamaguros, norte do Chile, *Passeriformes*.

PIRANGA RUBRA (CARDINALIDAE) NEW REGISTER IN CHILE

ABSTRACT: This paper details a new sighting, of the Summer Tanager (*Piranga rubra*) in a forest fragment of Tamarugo (*Prosopis tamarugo*) in the northern of Chile. This male is the first report of this specie in the "Reserva Nacional Pampa del Tamarugal", north of Chile.
KEYWORDS: Tamarugos forest, north of Chile, *Passeriformes*.

La familia Cardinalidae está representada por seis especies en Chile según Droully (1975) ocupando una gran diversidad de hábitat y se encuentra desde el nivel del mar hasta los 3.000 m de altura según Fjeldså & Krabbe (1990). Piranga (*P. rubra*) es un ave migratoria de Norteamérica según Moore *et al.* (1996) y su rango de distribución abarca desde los Estados Unidos hasta el Perú y oeste de Brasil según Peterson *et al.* (2008). Sin embargo se reportó un ejemplar momificado, encontrado por Rodolfo A. Philippi en Chile en forma accidental el 12 de marzo del año 1968, según lo detalla Prescott (1974), específicamente en la línea férrea de Antofagasta a Bolivia, en la Estación Portezuelo, situada al sureste del Salar del Carmen y a 25 Km al sureste de Antofagasta (23º S; 70º W) y 553 msnm de altitud (Fig. 1) según Prescott (1974) y Araya & Millie (1992).

Los individuos adultos de Piranga, presentan un marcado dimorfismo sexual y los machos adultos son completamente rojos, con el pico amarillento muy pálido y no cambian plumaje en invierno como otras especies del género según Peterson (2008). Las hembras tienen pico gris pálido, son de plumaje oliváceo en la región dorsal y amarillo oscuro en las partes ventrales según Fjeldså & Krabbe (1990).

En general la geografía e hidrológica de los suelos de la zona de los bosques de Tamarugos, se presenta como una franja tectónica de rocas volcánicas según Ferrando (1975), sobre las cuales se han depositado grandes masas de detritos de las tierras altas según Diaz *et al.* (1963) y Dingman (1965). El drenaje total de la Pampa es subterráneo, con algunas excepciones que se generan en las

lluvias estivales fenómeno que no ocurre todos los años según Almeida (1950).

La vegetación allí presente corresponde a un ecosistema desértico con formaciones boscosas según Acevedo *et al.* (1980), dominado principalmente por el entorno de individuos de las Fabaceas y Gonzalez (1966): Tamarugo (*Prosopis tamarugo*), Algarrobo (*P.alba*), Fortuna (*P. strombulifera*), Chulk (*P. burkati*) asociadas a otras especies de matorrales y arbustos como el Cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*), Retama (*Caespelina aphylla*), Brea (*Tessaria absithiodes*), y Grama Salada (*Distchlis spicata*).

Durante los días 20 al 24 de enero 2009 se realizó un levantamiento de información en terrenos pertenecientes a "La Huayca" (20º26' S, 69º31 W) y una altitud de 994 msnm (Fig. 1), en el sector de Huara y Pozo Almonte a 17,51 km al Nororiente del pueblo de Pica y a solo 16 km al norte de la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal, ubicada en la Región I provincia de Tarapacá y mediante la observación con un binocular por unos dos minutos se pudo comprobar la presencia de una especie de Piranga macho adulto, la conducta de esta ave el momento de la observación era de alimentación puesto que utilizaba su pico para extraer el alimento del césped a solo 10 m y de movimientos corporales rápidos luego emprendió vuelo a un bosque de Tamarugos a solo 80 m al norte del observador. También se observó posado y saltando en ramas de tamarugo. Para confirmar esta observación del Piranga macho se realizó transectos lineales de aproximadamente 200 m al amanecer, durante dos días, visualizándose en 3 oportunidades en una superficie aproximada de 2 há, posado sobre ramas y saltando al interior del follaje de los arboles de Tamarugo. Para confirmar que era un ejemplar macho adulto se observo el color de su plumaje: las plumas primarias y secundarias eran rojas; las plumas de la corona y cabeza eran rojas; las plumas laterales eran rojas; la plumas del vientre y garganta eran rojas; las plumas subcaudales eran rojas; el pico era color amarillo pálido según Correa (2016).

Probablemente este hábitat especial de Tamarugos en el norte de Chile aporte a los requerimientos biológicos a *P. rubra* que es un ave migratoria, para la subsistencia en periodos estivales en esta latitud. Por otra parte esta ave se considera clasificada como una especie amenazada con preocupación menor por la Birdlife Internacional (2009).

AUTORIZACIONES/ RECONOCIMIENTOS

El autor se hace responsable de todo el contenido del trabajo. El autor agradece a tres revisores anónimos las correcciones de este trabajo. A M. Garbarino por la traducción del portugués.

REFERENCIAS

ACEVEDO, E. & J. PASTENES. 1980. Distribución de *Prosopis tamarugo* en la Pampa del Tamarugal (Desierto de Atacama). III Congreso Internacional de Zonas Áridas. La Serena, Chile.

ALMEYDA, A.E. 1950. Pluviometría de las zonas del desierto y estepas cálidas de Chile. Chile, Editorial Universitaria S.A. Chile.

ARAYA, B. & H.MILLIE. 1992. Guía de Campo de Las Aves de Chile. Editorial Universitaria. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

CORREA, A. 2016. Nuevo registro de piranga (*Piranga rubra*) (Linnaeus, 1758) (Cardinalidae) en la provincia del Tamarugal, Chile. Pag.72 *en*: Libro resúmenes de V Congreso Colombiano de Ornitología. Universidad de Antioquía, Medellín, Colombia. Asociación Colombiana de Ornitologia. Ed. M. Moreno, M.A. Echeverry, A. Carantón.

DIAZ, C & C. WRIGHT. 1963. Soils of the arid zone of northern Chile. Dirección de Agricultura y Pesca, Departamento de Conservación y Asistencia Técnica, Sección Agrología. Supplement to Seventh quarterly report of the Assessor in soils. FAO, Chile.

DINGMAN, R. 1965. Geology and groundwater research of the Pica Area, Tarapacá Province. Biological Survey. Government Printing. Washington, U.S.A.

DROULLY, 1975. Adiciones al Catálogo de las aves de Chile. Boletín del Museo de Historia Natural, Chile 34: 197-206.

FERRANDO, F. 1975. Reseña Geomorfológica de la Primera Región, Tarapacá. Ed. IREN-CERPLAC, Chile.

FJELDSÅ, J & N. KRABBE. 1990. Birds of the high Andes. Zoological Museum, University of Copenhagen, Denmark.

MOORE, FR & D. ABORN.1996. Time of departure by summer (*Piranga rubra*) from a stopover site following spring trans-gulf migration. The Auk 113 (4): 949-952.

PETERSON, RT & E. CHALIF. 2008. Aves de México, Guía de Campo. Editorial DINA. Ciudad de México.

PRESCOTT, KW.1974. Summer Tanager Southern range extension in Chile. The Auk 91(3): 617-618.

Figura 1. Áreas de observación del ejemplar de *Piranga rubra* en el norte de Chile: La Huayca, Pozo Almonte, Iquique (20° S) y Estación Portezuelo, Antofagasta (23° S). La Huayca fué el área de estudio en que fue observada esta especie de ave.

CAPÍTULO 7

REPRODUCTIVE SUCCESS BETWEEN TWO DIFFERENT GENERA OF FRINGILLIDAE: *SPINUS* BARBATUS VS *SERINUS CANARIA DOMESTICA* (PASSERIFORMES)

Data de aceite: 04/02/2021

Alejandro Correa Rueda
Biologist Senior, Fundación Omora, Santiago, Chile.
http://orcid.org/0000-0003-2067-4611

ABSTRACT: We assess the communicational behaviour and breeding success *ex-situ* of interspecies hybrids kept in captivity. As part of a sequence of iterated-backcrossing (BC), we bred a male *Serinus canaria domestica* with two females F-1 hybrids descendents of genus *Spinus barbatus* and *S.c.domestica* two genus of the Fringillidae family. We found out that there were phenotypical differences in the plumage between hybrid lineage and their parents. Morphological resemblances among thigh/tarsus allow us to affirm that the hybrids BC are similar than *S.c.domestica*. On the other hand, an analysis of the flight patterns shows these to be more closely associated to the flight patterns of the F1 maternal hybrid. Peaks of similar frequencies in the vocalizations of the hybrids males BC in relation with the species *S. barbatus*. and *S.c.domestica* let us infer the existence of a close relationship between the vocalizations of these species. Furthermore, in the diet of the hybrid-lineage we found and unusual eating-behaviuor, viz. a high predation and consumption of leaves and twigs from species of ornamental plants and of predation of hervibore insects defoliating plants. We suggest that the careful study of these species could be an important source of data for subsequent exploration of these lineages vis-a-vis plague controllers.

KEYWORDS: hybrids, species, backcrossing, behaviour, biological-control.

SUCESSO REPRODUTIVO ENTRE DOIS GÊNEROS DIFERENTES DE FRINGILLIDAE: *SPINUS* BARBATUS VS S*ERINUS CANARIA DOMESTICA* (PASSERIFORMES)

RESUMO: Avaliamos o comportamento comunicacional e o sucesso reprodutivo ex situ de híbridos interespécies mantidos em cativeiro. Como parte de uma sequência de retrocruzamento (BC) iterado, cruzamos um macho *Serinus canaria* domestica com duas fêmeas híbridos F-1 descendentes do gênero *Spinus barbatus* e *S.c.domestica* dois gêneros da família Fringillidae. Descobrimos que havia diferenças fenotípicas na plumagem entre a linhagem híbrida e seus pais. Semelhanças morfológicas entre coxa / tarso nos permitem afirmar que os híbridos BC são semelhantes a *S.c.domestica*. Por outro lado, uma análise dos padrões de voo mostra que estes estão mais intimamente associados aos padrões de voo do híbrido materno F1. Picos de frequências semelhantes nas vocalizações de machos híbridos BC em relação à espécie *S. barbatus*. e *S.c.domestica* permitem inferir a existência de uma estreita relação entre as vocalizações dessas espécies. Além disso, na dieta da linhagem híbrida encontramos um comportamento alimentar incomum, viz. alta predação e consumo de folhas e galhos

de espécies de plantas ornamentais e de predação de plantas desfolhadoras de insetos hervibore. Sugerimos que o estudo cuidadoso dessas espécies pode ser uma importante fonte de dados para a posterior exploração dessas linhagens vis-à-vis os controladores de pragas.

PALAVRAS - CHAVE: híbrido, espécie, retrocruzamento, comportamento, controle biológico.

1 I INTRODUCTION

The wild species *Serinus canaria* and species of *Spinus barbatus* genus are bird species which in their natural state can be found, isolated from each other, in various continents: *S. canaria* spread throughout the Azores, the Madeiran archipelago and the Canary Island (Clement *et al*, 2016) whereas species of genus Spinus can be found in many parts of the world (Clement *et. al*, 2016). *Serinus canaria domestica* is a domestic bird and is a subspecies of *Serinus canaria* (Arnaiz-Villena *et al*, 2012). The feeding habits (Euler *et al*, 2008) of *Serinus canaria* and species of *S. barbatus* genera are omnivores (Archuby *et al*, 2007). As to the reproductive aspects, it is worth pointing out that successful reproduction it can be noted that the domestic canary has succeeded in hybridization (Birkhead,2007) has been observed between the domestic canary and species of Spinus genera (McCarthy,2006) and according to mitochondrial DNA association analysis (Diaz *et al*. 2018), whereas the F1 hybrids according to tests done in the laboratory are hybrids of *S. barbatus* and *S.c.domestica* and according to mitochondrial DNA association analysis (Diaz *et al*. 2018). In addition, researches by other authors mention that reproduction between *S.c. domestica* and others species of the Spinus (or Carduelis in old nomenclature) genus are viable (Wolff, 1969). On the other hand, viability of hybrids between other species of Spinus and Serinus has been confirmed through chromosomal and biochemical analysis (Beckman *et al*,1965). This main goal of the present paper is to report, for the first time, on the biological aspects and the reproductive success between hybrids and parents resulting from the copula between *S.c.domestica* versus F1 (fertile hybrids between species of *S. barbatus* and *S.c.domestica*). Eventually the relationships between genera of Spinus and Serinus and the Umwelt transition (Tønnessen, 2011), has been an important factor for the reproductive success of these species in captivity.

2 I METHODS

2.1 Site of study

The study took place during spring and summer, from September 2015 until January 2026, in Santiago, Chile (33º 25' S; 70º 34' W). The space where the observations and the breeding success are carried out between these species, they are described: 4.45 m (lenghty) x 1.60 m (width) x 2,30 m (high), is a room located in an urban building; specifically, glassed-

balcony at a height of 10,60 m above ground level, facing some ornamental canopy trees of *Platanus orientalis* and with direct entrance of natural sunlight, in urban city of Santiago, where his perceptual world develops (Uexküll, 1921). We took care to keep the biotic and abiotic factors under control; specifically, incoming natural light, ambient vegetation and temperature. On the other hand, we fed the individuals appropriately and provided them with plenty of clean water to drink and get clean, where there were no predators. In sum, the individuals were kept in a healthy environment.

2.2 Site of reproduction *ex situ*

The successful backcrossing between male *S.c.domestica* and two female F1 hybrids of *S.barbatus* an *S.c.domestica* (original lineage of breeding between female *S.c.domestica* and wild male of *Spinus barbatus*, perching-birds) took place in the glassed balcony

2.3 Behaviour observations

Presence and absence of flight patterns in these birds in captivity was observed directly, 3 hours/day during 5 months (Table 1). One male *S. barbatus* was added to the group and we compared his flight and behaviour with the flight an behaviour of the other lineages (Table 1).

2.4 Plumage colouration and similarities index

Plumage colouration phenotype both of parents and of their BC offspring was also registered, through direct observation of each of the individuals (Table 2). We used the Russell-Rao (Rao,1952) similarity index for this (Jacquard 1976).

2.5 Vocalization patterns

Vocalization patterns of male BC hybrids were recorded. These patterns were then compared by means of spectrographs (Kojevnikov *et al.*2008) The frequencies were measured in relevant KHz (Fig. 1,2,3,4). The patterns were compared with two different genera of species: *S. barbatus* and *Serinus canaria* obtained from a data base of bird vocalizations (Rasmussen, 2008).

2.6 Diet behaviour

The presence and absence of intake of ornamental leaves introduced in the birds' diet was observed directly (Table 3), 3 hours/day during 5 months. Using a magnifying glass (10 X 40 mm) we observed that the leaves of the ornamental plants were affected with plagues of herbivore insects defoliating plants: "Chanchitos blancos" (*Pseudococcus viburni*) (Salazar, 2010), "Escamas" (*Aspidiotus nerii*) and "Conchuelas" (*Saissetia sp.*).[1]

2.7 Morphological measurements

We also took morphological measurements of these species (Table 4a and Table 4b) and thereby evaluated the main differences between these lineages.

3 I RESULTS

3.1 Backcrossing

Iterated backcrossing (Mendel, 1865; Lopes *et al.,*2016) between the male *S.c.domestica* and the two F1 hybrid females resulted in >3 independent generations of BC hybrids (N=12). All individuals came out healthy, and none of them died. The proportion between genders among the hybrids was 1:1. Likewise for the plumage coloration (Table 2).

3.2 Behaviour patterns

The skilfulness in the flight of the BC hybrids is closely related to the F1 hybrid mothers. Similarly, the low visibility and escape flights were more closely related to those of the *S..barbatus* and F1 lineages (Table 1). On the other hand, *S.c.domestica* was more constrained in the flight patterns compared to the lineage of hybrids. Generally speaking, as far as the movements and flight patterns are concerned, the F1 and BC lineages were more closely associated to *S..barbatus.*

3.3 Plumage colouration

Differences of index 0.94 were measured in the plumage colouration between genders of the BC hybrid lineage, as well as between them and the F1 parents (Table 5). On the other hand, there were important differences in the development of the birds used in these comparisons.

3.4 Morphological measurements

Regarding morphological measurement, the adult male *S.c.domestica* was the biggest, at 134 mm (Table 4a). The fertile F1 females measured 120 mm. The length of the juveniles of the hybrid lineage was 125 mm in average. There were differences in tight/tarsus length proportions in parents and offspring: for BC hybrids versus adult F1 females, the proportions are 0.48/0.53. The length ratio of tight/tarsus of adult *S.c.domestica* male versus BC hybrids are 0.91 and 0.62, respectively (Table 4a), at different stages of development. Between genders, the thigh/tarsus length ratio in males and females of F1 hybrids was 0.82 and 0.96, respectively. The proportion between the foot middle finger between both genders is 0.96 (Table 4b). The standard deviations in these morphological measures are presented in tables 4a and 4b.

3.5 Vocalizations

Preliminary measurement of the vocalizations of these species indicates the existence of similar frequencies, reaching the range between 5 to 9 KHz. This applies also to the lineage of juvenile male BC hybrid as well as the males of species of *S. c. domestica* and *S..barbatus* (Figure 1,2,3.4).

3.6 Diet

Both the parents and the hybrid descendants ate leaves and twigs of ornamental plants (Table 3), as part of their regular diet, as well as plagues (Larraín *et al*. 2009,76) of herbivore insects defoliating plants, Hemiptera: “Chanchitos blancos” (*Pseudococcus viburni*), “Escamas” (*Aspidiotus nerii*) y “Conchuelas” (*Saissetia sp.*).[1]

4 I DISCUSSIONS

We noticed that the male *S.c.domestica* had a preference for one of the females. That was the first one with which he copulated. We think that F1 female hybrids are monogamous (Voigt *et al.,* 2006) whereas the male canary in captivity is polygamous (Parisot, 2005). This polygamous behaviour of the male canary is due to an over-reaction to issues of perception deprivation given that the canary was living in a small cage 6 months prior. To be more specific, having enough space to move around is important in order for birds in captivity to resume repressed biological functions as, e.g., mating. The gregarious behaviour of the male *S..barbatus* was not observed (Table 1); this type of behaviour was only observed when there was a threat. The scarcely gregarious behaviour of *S..barbatus* is most likely due to the presence of a dominating male. In general, the BC hybrids and the F1 hybrid mothers had more flight skills and better reflexes. This is probably due to the fact that an important portion of their genetic pool is inherited from their mother (Zhou, 2016)) The resemblances in the frequencies in the vocalizations of these birds indicates a similarity in the type of tones between BC male hybrids and males from the species *S.canaria* and *S..barbatus*. This is probably due to similarities in the structure of the songs (Güttinger, 1979), these being controlled by homologous programs (Güttinger *et al.,* 1982). The plumage colouring among the descendants of BC was different from that of their parents; this difference was in any case due to a difference in their development stage. On the other hand, notorious differences in the plumage colouring were observed between the different genders of BC. As respects the morphological traits in their foot of BC hybrids, there were no notorious differences, which indicates a uniformity in the characters studied. One trait that highlights similarities between BC hybrids BC and *S.c.domestica* are the tight and tarsus, which is probably inherited from *S.c.domestica*, given that the F1 mother hybrids have smaller tarsus and tibias. The inclusion in their diet of leaves and twigs of ornamental plants indicates an opportunistic dietary behaviour (Correa *et al.,*1990). Furthermore, the high predation of the hybrids in the ornamental plants is effected thanks to natural olfactory signals for the intake of small herbivore insects defoliating plants (Mäntylä *et al.,* 2008). We think that the lineage of hybrids could have an important role as bio-controllers of plagues of hemipthera. This also applies to species of *S..barbatus* (Escobar *et al*., 2001), which are a potential plague predator (Lanfranco *et al*., 1997) .

We expect to have contributed to the study of these species of birds. We claim that,

despite the fact that they live in very different non-communicated Umwelts (Uexküll, 1921), there are close biological (Diaz *et al*. 2018) connections between these species and that, as a consequence of that, a new hybrid species is likely to originate from them *ex-situ* (Correa, 2016; Diaz *et al*. 2018). The presently observed inter-specific breeding success between these two genera provides evidence for this hypothesis (Diaz *et al*. 2018). To conclude, we should add that this type of studies contributes in demonstrating that, generally speaking, speciation can be effected very quickly under carefully controlled conditions of captivity and their Umwelts are fundamental in reproductive success.

AUTHORIZATIONS / ACKNOWLEDGMENTS

Author declare nothing to disclose The author is responsible for all the content of the work. The author thanks at three anonymous reviewers for corrections to this work. A Urbano Bravo and Felipe Correa by the field help. To Marina Garbarino for the Portuguese translation.

NOTES

Archivo entomológico SAG. Servicio Agrícola y Ganadero, Chile. 2015., http://microimagenes.sag.gob.cl/

REFERENCES

ARCHUBY D., MARTI L., MONTALTI D., SOAVE G., CAMPERI A., ARAMBARRI A., DARRIEU C. 2007. Alimentación del cabecitanegra austral (*Carduelis barbata*) durante el otoño. Hornero. 22: 65–68.

ARNAIZ-VILLENA A., ARECES C., RUIZ DEL VALLE V. 2012.El origen del canario [en línea]. Madrid. 23-24.

BECKMAN L., NILSON L. 1965. Variations of serum enzymes in birds species and hybrids. Hereditas. 53: 221-230.

BIRKHEAD T. 2003. The red Canary. Weidenfeld & Nicolson, London.

CLEMENT P. 2016.Island Canary (*S. canaria*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona.

CLEMENT P. 2016. Black-chinned Siskin (*C. barbata*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive.* Lynx Edicions, Barcelona.

CORREA A., ARMESTO JJ., SCHLATTER, R., ROZZI R., TORRES-MURA JC. 1990. La dieta del chucao (*Scelorchilus rubecula*), un passeriforme terrícola endémico del bosque templado húmedo de Sudamérica austral. Rev. Chil. de Hist. Nat. 63:197-202.

CORREA A. 2015. Una nueva especie de Fringillidae (Aves: Paseriformes), In: IV Congreso para el l estudio y Conservación de las aves en México (6-10 de Octubre 2015).Gómez Farías Tamaulipas, México. 114.

CORREA A. 2016. Breeding success between species belonging to genus Serinus and Carduelis (Aves: Passeriformes): The origin of a new species in captivity. In: Jana Švorcová & Andres Kurismaa (Ed.), XVI Annual Gatherings in Biosemiotics (4-8 July 2016, Prague, Czech Republic. Faculty of Sciences, Charles University. 18.

DIAZ L., CORREA A & J. NUÑEZ. 2018. Molecular evidences of Hybridization between Serinus canaria domestica (Linnaeus, 1758) and Spinus barbatus (Molina, 1782) (Aves: Fringillidae). Bol. de la Real Soc. Española de Hist. Nat. 112: 29-34.

DUNCKER HA.1927.Bastarde von Kapuzeinzeisig und weissen Kanarievögel. Vogel ferner länder. 67-74.

EULER A., FERREIRA W., SAAD F.,NASCIMENTO M., TELLES LF., TEIXEIRA E. 2008. Exigência de proteína para canários (*Serinus canaria*) adultos., Arch. Zootec. 57: 307-312.

ESCOBAR, M., VUKASOVIC MA. 2001. Depredacion del Jilguero (*Carduelis barbata*) sobre larvas de *Phracantha sp.* (Coleóptera: Cerambicidae). Boletín Chileno de Ornitología. 21-23.

GÜTTINGER HR. 1979. The Integration of Learnt and Genetically Programmed Behaviour A Study of Hierarchical Organization in Songs of Canaries, Greenfinches and their Hybrids. Ethology. 4: 285-303.

GÜTTINGER HR, CLAUSS G. 1982. Der Gesangsaufbau von Stieglitz- Kanarien-bastarden *(Carduelis carduelis × Serinus canaria)* im Vergleich zu den Elter-narten. Journal f***ü***r Ornithologie. 123,3: 269-286.

JACQUARD A. 1966. Logique du calcul des coefficient d'identité entre deux individus. Population. 2 : 751-776.

KOJEVNIKOV A., WATSON C., HAMS D., DEUTSCH F., GONZALEZ J., RUDERICH S., KOST S. 2008. North T., Vasylevska O., Spek Version 0.8.2. Acoustic Spectrum Analyzer. http://spek.cc/

LANFRANCO D., IDE S., ROJAS E., RUIZ C., CARRILLO R., MARTINEZ C., JOFRE P., SIMEONE A., SCHLATTER R., VALENCIA JC., CALDERON R. 1997. Biocontroladores de *Rhyacionia buoliana* en Chile. Informe Final. Convenio CONAF/CPF/UACH. Facultad Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. 1-53.

LARRAIN P., QUIROZ C. 2009., Manejo integrado de las principales plagas del olivo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Centro Regional Intihuasi. 1-76.

LOPES R., JOHNSON J., TOOMEY M., HILL G., FERREIRA M., ARAUJO P., MELO J., ANDERSSON L, CORBO J, CAMEIRO M. 2016. Genetic basis for red coloration in birds. Current Biology. 26:1-8.

MÄNTYLÄ E., ALESSIO GA., BLANDE JD., HEIJARI J., HOLOPAINEN JK., LAAKSONEN T., PIIRTOLA P., KLEMOLA T. 2008. From plants to birds: higher avian predation rates in trees responding to insect herbivory. Plos One.

MCCARTHY E. 2006. Handbook of Avian Hybrids of the world. Oxford University Press. 114.

MENDEL G. 1865. Experiments in Plants Hybridization. Naturforschedenden Vereins, Brno, Czech Republic. 21-34.

PARISOT M., TANVEZ A., LACROIX A., VALLET E., BÉGUIN N., LEBOUCHER G. 2005. Social competition and plasma testosterone profile in domesticated canaries: An experimental test of the challenge hypothesis. Hormones and Behavior. 48: 225 – 232

RAO CR. 1952. Advanced Statisticals methods in Biometrics Research. (ed. John Wiley and Sons, New York.

RASMUSSEN P. 2008. AVoCet (Avian Vocalizations Center). Michigan State University. http://avocet.zoology.msu.edu/

SALAZAR A., M., GERDING M., LUPPICHINI P., RIPA R., LARRAIN P., ZAVIEZO T., LARRAL P. 2010. Biología Manejo y control de chanchitos blancos., Ed. Castellano M., Gerding M., Salazar A. Boletín INIA. 204: 1-62.

TØNNESSEN M. 2011. Umwelt transition and Uexküllian phenomenology. An ecosemiotic analysis of Nowegian wolf management. Dissertationes Semioticae Universitates Tartuensis, Estonia. Tartu University Press.

UEXKÜLL JV. 1921. Umwelt und innenleben der tiere. Ed. Berlin, 2ª Ed.

VOIGT C., LEITNER S., GAHR M. 2003. Mate fidelity in a population of Island Canaries (*Serinus canaria*) in the Madeiran Archipelago. Journal Führ Ornithologie. 144.1:86-92.

WOLFF U., KLOSE J., OSER G. 1969. Zur gen Lokalisierung der glucose-6-phosphat Dehidrogenase bei vögeln. Utersuchungen an interspecieshybriden der gattungen Serinus und Carduelis (Fringillidae). Humangenetik. 8: 137-141.

ZHOU Q., LI H., LI H., NAKAGAWA A., LIN J., LEE E., HARRY B., SKEEN-GAAR R., SUEHIRO Y., WILLIAM D., MITANI S., YUAN H., KANG B., XUE D. 2016.Mitochondrial endonuclease G mediates breakdown of paternal mitochondria upon fertilization., Science. 6294: 1-10, DOI: 10.1126/science.aaf4777

Behaviour/sp	*S.canaria* ♂	Hybrids F1♀	Hybrids BC♂	Hybrids BC ♀	*C. barbatus* ♂
Diets leaves	(+/-)	(+)	(+)	(+)	(+/-)
Rapid movments	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)
Flying close	(-)	(+)	(+)	(+)	(-)
Climbing behaviour	(+/-)	(+)	(+)	(+)	(+)
Escape movement	(+/-)	(+)	(+)	(+)	(+)
Fast response fly	(+/-)	(+)	(+)	(+)	(+)
Defensive flights	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)
Group behaviour	(+)	(+)	(+)	(+)	(+/-)
Energetic flights	(+/-)	(+)	(+)	(+)	(+)
Quick reflexes	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)
Flights with obstacle	(+/-)	(+)	(+)	(+)	(+)
Low visibility	(-)	(+/-)	(+/-)	(+/-)	(+)
Seeking refuge to fle	(-)	(+)	(+/-)	(+/-)	(+/-)
Appreciate the water	(+)	(+/-)	(+)	(+)	(+/-)

(+) = Presence
(-) = Absentia
(+/-) = was no evident

Table 1. Aspects of behaviour observation in the species studied (n=16).

Characters/species	*S.c.domestica* ♂	*Hybrids F1* ♀	*Hybrid BC* ♀	*Hybrid BC* ♂
Crown	1	5	11	16
Shoulders	2	5	12	17
Neck	1	5	11	16
Back	2	5	12	17
Tail	3	6	13	6
Chest	1	7	14	18
Throat	1	7	15	18
Beak	4	4	4	19
Foot	4	8	4	19
Wings	3	9	13	10
Forehead	1	5	11	16
Belly	1	7	14	18
Posterior crown	1	5	11	16
Head	1	5	11	16
Subcaudal feathers	3	6	12	17
Primary feathers	3	9	12	6
Flanks	3	9	12	6
Inferior parts	1	10	10	18

1 = yellow
2 =yellow and black striations
3= yellow with black striations
4 = skin color
5= black with dark yellow
6= dark
7 = yellow dark
8= skin dark
9 = black striations with dark yellow
10 = gray light
11 = light brown
12 = light brown with black striations
13 = gray light with brown dark striations
14 = brown spotted with whitened gray
15 = brown spotted light
16 = dark green
17 = dark green with black striations
18 = green yellowish
19= marron light skin
20= dhrubs, meadows, mountains, forests
21= forest -shrubs
22= blackboard-gray

Table 2. Plumage and phenothype colouration of specimen (n=15).

			Consumptions plants *ex situ* by birds						
			S.name *Ficus sp.*	S.name *Philodendron sp.*	S.name *Schefflera sp*	S.name *Menhta sp.*	S.name *Gerbera sp.*	S.name *Ficus benjamina*	S.name *Quillaja saponaria*
Hybrids BC & parents			C. name	C. name	C. name	C. name	C. name	C. name	C. name
Sex	Stage	Individuals Birds	Gomero	Filodendro	Schefflera	Menta	Gerbera	Ficus Benj.	Quillay
F	A	F1	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
M	A	Serinus	(-)	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)
F	A	F1	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
F	J	BC001	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
F	J	BC002	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
M	J	BC003	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
F	J	BC004	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
M	J	BC005	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
M	J	BC006	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
F	J	BC007	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
M	J	BC008	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
M	J	BC009	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
F	J	BC010	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
F	J	BC011	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
M	J	BC012	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)

Female = F **(+) = consumption**
Male = M **(-) = non consumption**
Adult = A
Juvenile = J

Table 3. Consumption of exotic and endemic plants even insect plague by hybrids and parental *ex- situ.* Between September 2015 and March 2016.

			Head		Beak		Tarsus	Thigh	Body	1/2 finger	Shoulder
Specie	Status	N	Width	Lenght	Width	Lenght	Lenght	Lenght	Lenght	Lenght	Lenght
F1 Hybrids	Adults	2	18,6 ± 0,	23,4±0,5	7,05± 0,6	10,4 ± 0,5	8,45 ± 4,5	8,1 ± 0,07	129 ± 0,7	16,50 ± 3,5	20 ± 0
BC Hybrids	Juvenil	12	15,7 ± 2,	24,3±2,6	6,6 ± 2,1	9,3 ± 1,4	17,46 ± 3,8	15,5 ± 2,7	125 ± 3,53	16,0 ± 2,2	14 ± 2,7
S. c.domestica	Adult	1	21,0	26,0	7,2	7,5	19,2	25,0	134,0	18,0	21,0

1/2 finger: finger number 2

Table 4a. Morphological measurements of the birds species hybrids and parental male. Average and standard deviation are indicated. Biometrics affinities mensural characters in mm (n=16).

				Head		Beak		Tarsus	Thigh	Body	1/2 finger	Shoulder
Specie	Status	Sex	N	Width	Lenght	Width	Lenght	Lenght	Lenght	Lenght	Lenght	Lenght
Hybrids BC	J	F	6	23,7 ± 3,8	15,8± 1,0	6,8± 1,4	9,1 ± 1,7	16,8 ± 1,9	16,2 ± 2,6	126 ± 2,0	15,7 ± 3,0	15 ± 3,6
Hybrids BC	J	M	6	25 ± 0,6	15,8±1,7	6,4 ± 0,9	9,5 ± 1,2	18,1 ± 1,4	14,8 ± 3,0	124 ± 4,5	16,3 ± 1,4	13 ± 1,3

F=Female
M=male
J= juvenile

Table 4b**.** Morphological measurements of the hybrids BC. Average and standard deviation are indicated. Biometrics affinities mensural characters in mm (n=12)

Individuals	*S.c.domestica* ♂	Hybrids F1♀	Hybrid BC ♀	Hybrid BC ♂
S.c.domestica ♂	-	0,06	0,11	0,00
Hybrids F1♀	0,06	-	0,06	0,06
Hybrid BC ♀	0,11	0,06	-	0,06
Hybrid BC ♂	0,00	0,06	0,06	-

Table 5. Index Russell-Rao, similarities between coloring and phenotype plumage of the specimen, hybrids and parent male (N=15).
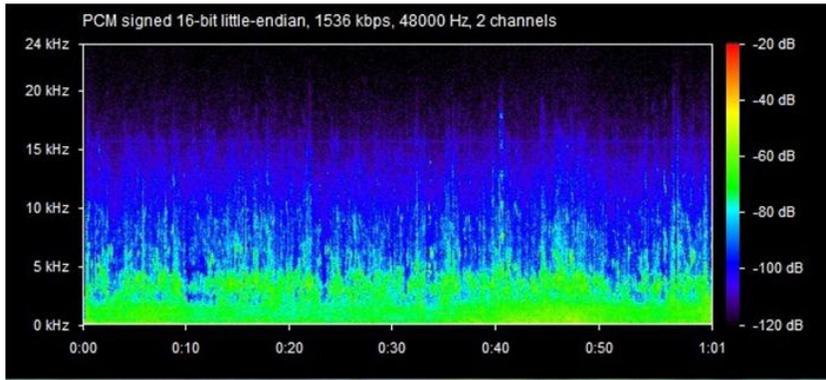
Figure 1. spectrograph of song of Hybrid male specimen 1 (BC).
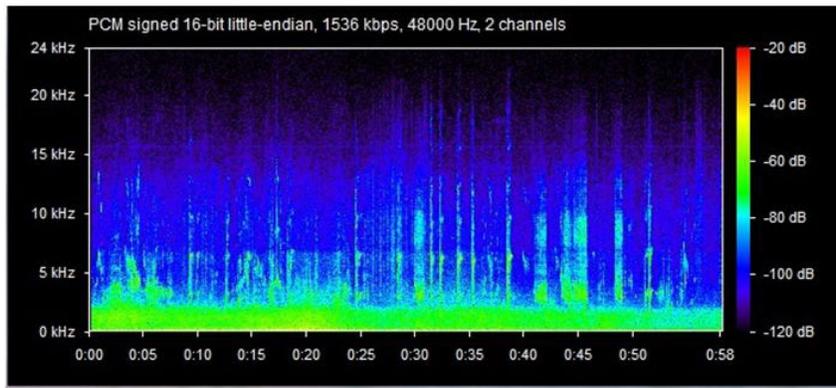
Figure 2. spectrograph of Hybrid song male specimen 2 (BC).
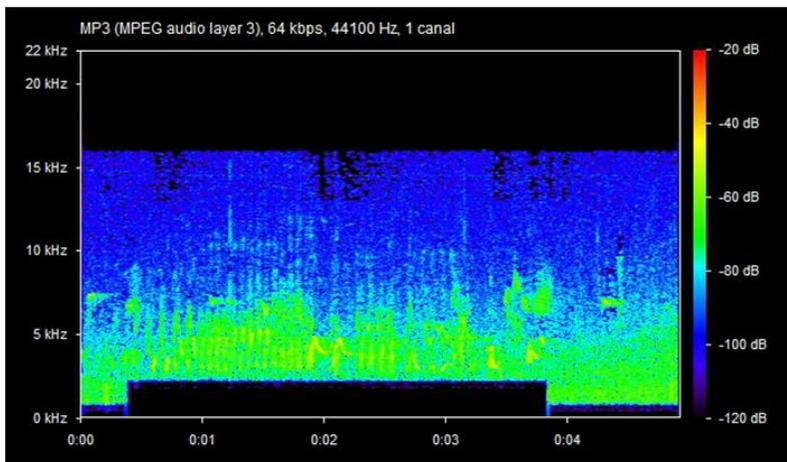
Figure 3. spectrograph of song male of *S.barbatus.*
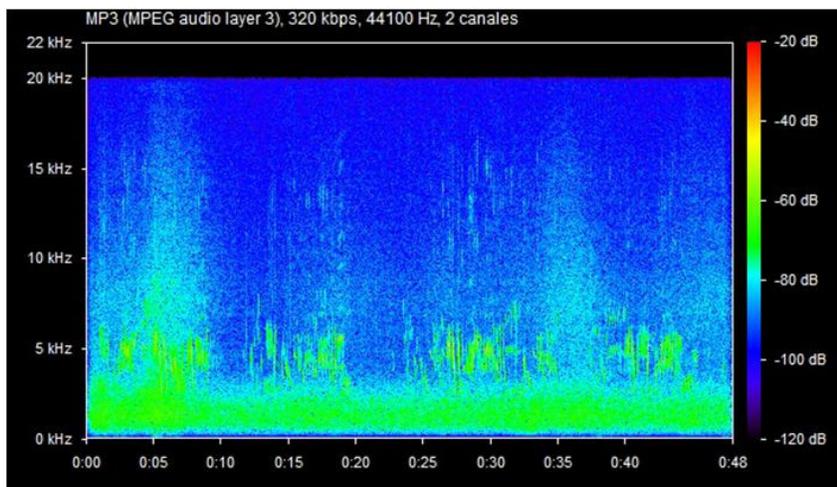
Figure 4. spectrograph of song male of *S.canaria.*

CAPÍTULO 8

TERMITES OF THE MARAJÓ ISLAND, STATE OF PARÁ, BRAZIL: COMPOSITION, HABITAT , FEEDING GROUPS AND NESTS

Data de aceite: 04/02/2021

Maria Lucia Jardim Macambira
Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Zoologia, A
Pará (PA), Brazil.

ABSTRACT: Registry of termite fauna of the Marajó Island, Pará is shown for the first time based on collections carried through in nine municipalities of the Island, where 43 taxa were found , distributed into 18 genera and two families: Rhinotermitidae and Termitidae. The Termitidae family was most abundant with the greater numbers of species, *Nasutitermes* genus mainly.
KEYWORDS: Termites, Marajo, Pará

RESUMO: Registros da fauna de cupins da Ilha de Marajó são apresentados pela primeira vez com base em coletas realizadas em nove municípios da Ilha, onde foram encontrados 43 táxons, distribuídos em 18 gêneros e duas famílias: Rhinotermitidae e Termitidae. A família Termitidae foi a mais abundante com o maior número de espécies, principalmente do gênero Nasutitermes.
PALAVRAS - CHAVE: Térmita, Marajo, Pará

INTRODUCTION

Termites are common insects in the Amazon region. They are specially abundant and diversified in tropical forests and savannahs. Sometimes they are found in all habitats providing a peculiar aspect to the landscape. There are a total of 3.000 estimated species in the world and about 300 in Brazil (Constantino, 2015). Termites feed of dead vegetal matter, but can feed of living plants as well. Their basic feeding is cellulose, including products of vegetal origin and manufactured ones as paper. In natural environments they act in the recycling of the nutrients of the ground, removing particles and other nutrients of the inferior layers to the surface. They assist in the process of decomposition of the deceased vegetal matter, transforming it into substances which are absorbed to the ground. According to their feeding preference, termites are classified in four main groups: 1) Xylophagous: feed exclusively of wood; 2) Humivorous: feed of organic matter on the soil; 3) Intermediaries: feed on semi decomposed vegetal matter including rotten wood; 4) Leaf litter: they cut dead leaves from the litter and carry them inside the nest. Termite nests differ in form, size and construction materials, nests can be simple tunnels or complex structures. They can be located underground, epígeal or in trees. The objective of this work was to effectively register the species of termites occurring in Marajó island and its ecological relations in that if they process in the environment where they are inserted.

MATERIALS AND METHODS

Study site

The Marajó island is placed between the parallels 0°10' to 1°48'S and 48°22' to 50°49'W. It has an area of 50.000 km^2. The northwest is bathed by the Amazon river and to the south it is separate of the continent by the Pará river. The Southeast receives waters from the Tocantins river and other lesser rivers, passing then to be denominated bay of Marajó. The island presents 12 municipalities and three distinct vegetal physiognomies: natural fields, dense tropical forest and primary vegetation with marine influence. The natural fields, dominant in the region, can be seasonably floodable or upland fields, locally known as "tesos", that present savanna vegetation. The vegetal formations include lowland forests (dominant), igapó forests and dense lowland tropical rain forests and upland forests (Japiassu e Góes 1974). The work was carried through in nine municipalities of the Marajó island: Anajás (00º59´21˝S; 49º56´24˝W), Breves (01º40´57˝ S;50º28´51˝W), Cachoeira do Arari (01º00´36˝S;48º57´36˝W), Chaves (00º09´37˝S; 49º59´18˝W), Muaná (01º31´42˝S; 49º13´03˝W), Ponta de Pedras (01º23´26˝S; 48º52´13˝W), Salvaterra (00º45´32˝S; 48º30´44˝W), São Sebastião da Boa Vista (01º42´47˝S; 49º33´10˝W) and Soure (00º40´03˝S; 48º30´27˝W) in the period of 2004 -2014 (Figure 1).

Data collection

Termite sampling was manually conducted all through transects of 10x50m, placed on various points in the nine localities, covering the two dominant vegetal physiognomies (fields and forest). The insects where procured in mounds and arboreal nests, logs, trees, burlap. All the termites were collected and preserved in 80 percent alcohol. The identification was carried through with assistance of identification keys (Constantino, 1999 and 2001) and comparison with the Isoptera collection in Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Belém, Pará, Brazil. The examined material was archived in the Entomological Collection of MPEG, with the following registry numbers: MPEG 547/549/550/551/555/566/556/557/571/562/568/574/575/578/725/726/727/1347/1348/1350/1354/1355/1356/1449/1451/1452/1453/2355/2357/2362/2356/2358/2359/2360/2361/3013/3017/3022/3025/3031/3089/3042/3047/3049/3052/3056/3059/3061/3064/3072/3080/3081/3086/3463/3471/3829/3937/4223.

RESULTS AND DISCUSSION

The faunístic registry resulted in a total of 43 species distributed into 18 genera and two families: Rhinotermitidae and Termitidae and seven subfamilies (Coptotermitinae, Heterotermitinae, Rhinotermitinae, Apicotermitinae, Nasutitermitinae, Syntermitinae and Termitinae). The most representative genus was *Nasutitermes* (eight species), as much in diversity of species as in number of individuals. It occurred in all observed localities. The

majority of the species of this genus was distributed in the two vegetal formations (forest and fields), showing great tolerance to ambient variations. Other genera with significant presence were *Coptotermes* found in six localities; *Heterotermes* , *Anoplotermes*, *Cornitermes* , *Silvestritermes* e *Microcerotermes* in five localities.

Table 1 shows the distribution of the species for each locality. Analysing the collection data, it can be inferred that the diversity was bigger in forest (58,13%) in relation to the fields (16,27%). From the totality of the species 34,9% were found in arboreal nests, 32,5 % in epigeal nests 18,6% in wood and 13,9% in subterranean nests. The feeding habits were observed in the field and complemented with information from literature (Eggleton *et al*., 1995, Constantino 2013, 2015) there was a predominance of xylophagous (46,5%). Using the same parameters 9,3% are considered humivorous, 13,9 % leaf litter and 30,2% are Intermediate.

Fauna registries are important tools for generating knowledge about the diversity or a locality, of endagered or vulnerable species. In eastern Amazonia there are few entomofauna registries. The existing studies are restricted to certain groups and few include termites. This is the first registry of termites for the island of Marajó. The present study fills a gap that was long overdue. The island represents a point of touristic interest as much for the variety of environments and for the pecuary, mainly the herds of buffaloes. In the field areas of Marajó it can be noted easily the presence of the termites through the epigeal nests that dot the landscape. In this study the sampling effort was the same for both the fields and forests, revealing that the diversity is greater in the forests, favoring the establishment of various species, while in the open fields the vegetation is more restrict. As it was expected, the genus *Nasutitermes* was the most frequent and abundant, accounted for in all localities. Some termite species don't survive in deforested areas, where there is no vegetation to support the nests or for feeding. It is believed that the alterations of the microclimate have direct effect on the presence of certain species and probably this is the cause for the increased presence of *Nasutitermes* in deforested areas. *Nasutitermes* is considered to be the biggest genus of termites, with about 250 known species, of those 71 are found in the neotropical region (Constantino, 2015). The soldiers are easily recognized by their conic noses, with fine points and reduced mandibles, their heads round or oval, no constrictions. They are xylophagous and build epigeal nests, underground or on trees and carton nests.

According to Bandeira & Macambira (1988) probably 50% of the trunks and twigs of trees eaten by termites in the forest must be the action of *Nasutitermes*. Due to antropic action in the natural habitats the species of the genus *Nasutitermes* were introduced, and adapted well, in urban areas.

*Coptotermes***:** termites considered as undergruond dwellers, they are true xylophagous and their nests are associated with wood, dead or alive, most of the time they build their nests inside the cores of trees. They are important wood and plantation plagues. The soldiers are recognized by their oval head that has a frontal pore where defensive

secretion is released.

Anoplotermes: soldierless genus. The workers are small, with alongated transparent bodies, they execute all labors in the colony. Nests are usually underground, but can be epigeal or on trees. They can share nests with other species. According to Constantino (2015), this genus is still undefined taxonomically. Most of the species live on the ground and feed on decomposing organic matter and/or leaf litter.

Cornitermes: this genus is endemic to the neotropical region. They build great epigeal nests, with peculiar shapes and deep openings. Most common on grazing areas. The soldiers have yellow sub-retanguar heads and dark and robust jaws. They are leaf litters.

Silvestritermes: genus endemic to South America. Soldiers have round heads with conic nasus, a little larger than the jaws, that are curved and with a marginal tooth in each. These termites belong to the intermediary feeding group.

Microcerotermes: soldiers of this genus have sub-rectangular heads, with a discreet frontal elevation, symmetric jaws, slightly curved and serrated on the internal edge. Xylophagous genus, they build nests underground or on trees. Genus found all over the world.

The preliminary diversity gotten observed that work still low if is compared to the data gotten obtained in primary forest. Bandeira & Macambira (1988) had found 88 species in primary forest, whose richness was increasing in vegetation areas tripping for areas of dense forest. Macambira (1997) found 68 species distributed in three families in the primary forest in Caxiuanã. In accordance with Constantino (1992), the diversity and composition of the species shows great variability, probably due different methodologies and to the effort of collection.

LITERATURE CITED

Bandeira, A. G. and M.L.J. Macambira. 1988. Térmitas de Carajás, Estado do Pará, Brasil – composição faunística, distribuição e hábito alimentar. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi,* 4 (2):175-190.

Constantino, R. 1992. Abundance and diversity of termites (Insecta Isoptera) in two sites of primary rain forest in Brazilian Amazonia. *Biotropica*, 24 (3) 420-430.

Constantino, R. 1999. Chave ilustrada para a identificação dos gêneros de cupins (Insecta:Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 40 (25): 387-448.

Constantino, R. 2002. An illustrated key to Neotropical termite genera (Insecta: Isoptera) based primarily on soldiers. *Zootaxa*, 67:1-40.

Constantino, R. 2013. Isoptera. In: Rafael, J.A; Melo, G.A.R.; Carvalho, C.J.B.; Casari, S.A.; Constantino, R. (Eds). *Insetos do Brasil*: Diversidade e Taxonomia. Holos Ed. Ltda. p.311-321.

Constantino, R. 2015. *Cupins do cerrado*. Technical Books Editora. 167 p.

Eggleton, P. D.E.,Bignell, W.A.,Sands, B., Waite, T.G., Wood & J.H., Lawton, 1995. The species richness (Isoptera) under differing leves of forest disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Cameron. *Journal of Tropical Ecology,* 11: 85-98. 1995.

Japiassu, J.R. and L. Góes Filho. 1974. Estudo fitogeográfico da folha SA.22 Belém. In: Projeto Radam Brasil,vol. 5. DNPM, Rio de Janeiro, RJ.

Macambira, M.L.J. 1997. Os cupins (Insecta:Isoptera). In: Lisboa, P.L.B. (Org). *Caxiuanã.* Museu Paraense Emílio Goeldi, pp. 347-354.
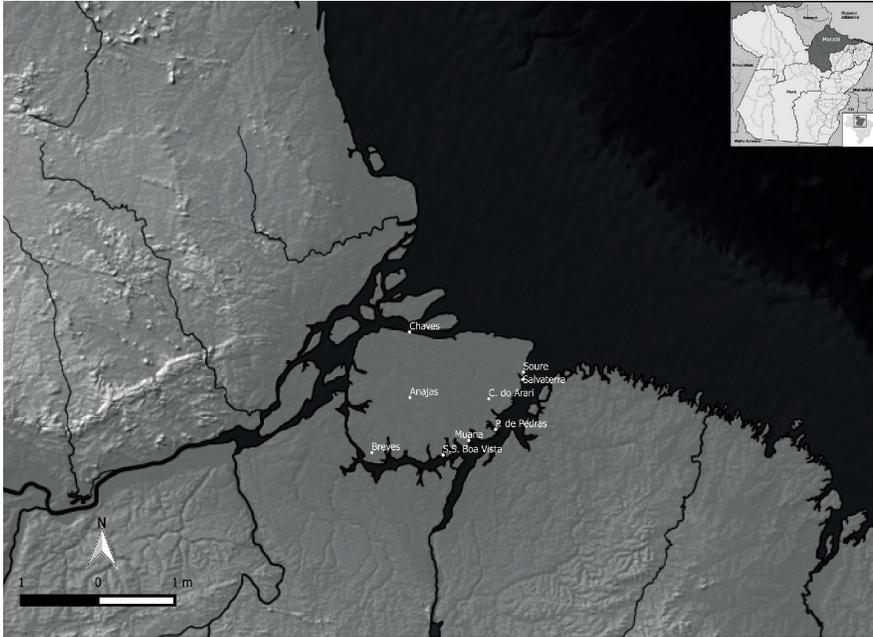
Figure 1. Localization of municipalities of Marajó Island, State of Pará, Brazil

SPECIES	*MUNICIPALITIES*									*FEEDING GROUP*	*HABITAT*	*NEST*
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Rhinotermitidae												
Coptotermitinae												
Coptotermes testaceus (Linnaeus, 1758)		x	x		x		x		x	Xy	Fo/F	W
Coptotermes sp.		x	x			x				Xy	Fo/F	W
Heterotermitinae												
Heterotermes crinitus (Emerson,1925)	x									Xy	Fo	W
Heterotermes sulcatus Mathews,1977									x	Xy	Fo	W
Heterotermes tenuis (Hagen,1858)		x	x	x						Xy	Fo	W
Rhinotermitinae												
Rhinotermes hispidus Emerson, 1925		x								Xy	Fo	W
Rhinotermes marginalis (Linnaeus, 1758)		x	x				x			Xy	Fo	W
Termitidae												
Apicotermitinae												
Anoplotermes banksi Emerson, 1925		x								H	Fo	E
Anoplotermes sp.		x	x		x		x		x	H	Fo	E
Ruptitermes silvestrii (Emerson, 1925)			x							L	F	A
Nasutitermitinae												

Atlantitermes raripilus (Emerson, 1925)			x							I	Fo	W
Nasutitermes araujoi Roonwal & Rathore, 1976									x	Xy	Fo	A
Nasutitermes chaquimayensis (Holmgren, 1906)									x	Xy	Fo	A
Nasutitermes corniger (Motschulsky, 1855)							x		x	Xy	Fo	A
Nasutitermes gaigei Emerson, 1925						x				Xy	Fo	A
Nasutitermes guayanae (Holmgren, 1910)						x				Xy	Fo	A
Nasutitermes nigriceps (Haldeman, 1853)						x	x			Xy	Fo	A
Nasutitermes similis Emerson, 1935		x				x				Xy	Fo	A
Nasutitermes surinamensis (Holmgren, 1910b)		x	x			x				Xy	Fo	A
Nasutitermes sp.	x	x	x	x	x	x	x	x		Xy	Fo/F	A
Rotunditermes bragantinus (Roonwal & Rathore, 1976)		x								Xy	Fo	A
Syntermitinae												
Cornitermes ovatus Emerson, 1952			x							L	Fo	E
Cornitermes pugnax Emerson, 1952		x								L	Fo	E
Cornitermes snyderi Emerson, 1952			x			x				L	Fo	E
Cornitermes sp.		x	x				x		x	L	Fo	E
Embiratermes neotenicus (Holmgren, 1906)	x									I	Fo	E
Labiotermes labralis (Holmgren, 1906)		x	x							H	Fo	A
Silvestritermes euamignathus (Silvestri, 1901)						x				I	Fo	E
Silvestritermes holmgreni (Snyder, 1926 a)	x	x	x				x			I	Fo	E
Syntermes dirus (Burmeister, 1839)	x	x								L	Fo	S
Uncitermes teevani Emerson, 1925	x	x								I	Fo	S
Termitinae												
Cavitermes tuberosus (Emerson, 1925)		x	x							H	Fo/F	E
Microcerotermes exiguus (Hagen, 1858)									x	Xy	Fo/F	A
Microcerotermes strunckii (Soerensen, 1884)						x				Xy	Fo	A
Microcerotermes sp.		x	x				x			Xy	Fo	A
Neocapritermes angusticeps (Emerson, 1925)	x								x	I	Fo	S
Neocapritermes araguaia Krishna & Araujo, 1968									x	I	Fo	S
Neocapritermes braziliensis (Snyder, 1926 a)	x	x								I	Fo	S
Neocapritermes parvus (Silvestri, 1901)									x	I	Fo	S
Termes fatalis Linnaeus, 1758			x				x			I	Fo/F	E
Termes hispaniolae (Banks, 1918)			x							I	F	E
Termes medioculatus Emerson in Snyder, 1949							x			I	F	E
Termes sp.		x	x				x		x	I	F	E

Table 1. Distribution of the termites species in nine municipalities of Marajó island, Pará, Brazil

Municipalities: 1 = Anajás; 2 = Breves; 3 = Cachoeira do Arari; 4 = Chaves; 5 = Muaná; 6 = Ponta de Pedras; 7 = Salvaterra; 8 = São Sebastião da Boa Vista; 9 = Soure. Xy = xylophagous; H = Humivorous; L = Leaf eaters; I = Intermediate. Fo = Forest; F = Field. A = Arboreal; E = Epigeal; W = Wood; S = Subterranean.

CAPÍTULO 9

ECHINODERMATA PARA CRIANÇAS: ANÁLISE DOS CONTEÚDOS SOBRE A CLASSE ASTEROIDEA NA CANTIGA "ESTRELA-DO-MAR" DO LIVRO/ AUDIOLIVRO E CD "AQUÁTICO"

Data de aceite: 04/02/2021
Data de submissão: 01/11/2020

Walter Ramos Pinto Cerqueira
Universidade Estadual de Feira de Santana
Núcleo de Pesquisa e Extensão em Ensino de Ciências e Biologia (NUPEECBio).
http://lattes.cnpq.br/1248317434836569
https://orcid.org/0000-0001-6180-3454

RESUMO: O projeto "Aquático", de autoria da artista Ana Cristina, aborda várias temáticas ligadas à vida marinha de forma lúdica, objetivando sensibilizar crianças para a problemática ambiental através da arte. A cantiga "estrela-do-mar", mesmo com linguagem voltada para o público infantil, traz em sua letra conteúdos biológicos relacionados aos Asteroidea. O objetivo deste capítulo foi analisar a letra da cantiga "estrela-do-mar" para diagnosticar como conteúdos biológicos de Asteroidea são abordados e se os mesmos têm embasamento científico. O método utilizado foi qualitativo, usando a técnica da interpretação como foco, onde a subjetividade é enfatizada. A letra da cantiga foi analisada e as estrofes que versavam sobre aspectos biológicos (subjetivamente ou não) foram destacadas e confrontadas com os conhecimentos acadêmicos. A letra da música mostra que as estrelas-do-mar são animais (ela é um bichinho), bentônicos (anda pelo chão do fundo do mar bem devagarinho), predadores vorazes que evertem o estômago para engolir seu alimento sem mastigar (comilona até, a estrela-do-mar, mesmo sem dentinhos/gosta de engolir tudo bom que vê/pelo seu caminho). A cantiga também aborda questões referentes à diversidade das estrelas-do-mar e sua abundância (tem de toda cor, no fundo do mar faz um céu inteiro!) além da importância de não coletá-las e preservá-las em seu habitat natural (tão bonita assim, bem no seu lugar/a estrela é do mar/ pois fora da água ela não tem vida, é só um enfeite em algum lugar.). A cantiga termina deixando a mensagem de que as estrelas-do-mar preservadas no seu habitat trazem beleza e equilíbrio ao meio ambiente (estrela-do-mar, estrela-do-mar, fique aí, quietinha/no fundo do mar, faz da água um céu cheio de estrelinhas…). Conclui-se que a cantiga "estrela-do-mar" se debruçou não só nos aspectos poéticos e lúdicos sobre estes animais, mas também nos conhecimentos científicos referentes aos Asteroidea.
PALAVRAS - CHAVE: Conservação, Educação infantil, Ensino de ciências, Inteligências múltiplas

ECHINODERMATA FOR CHILDREN: ANALYSIS OF THE CONTENTS ABOUT THE CLASS ASTEROIDEA IN THE SONG "STARFISH" OF THE BOOK/AUDIOBOOK AND CD "AQUATIC"

ABSTRACT: The "Aquatic" project, authored by the artist Ana Cristina, addresses several themes related to marine life in a playful way, aiming to raise children's awareness of environmental issues through art. The song "Starfish", even with language aimed at children, brings in its lyrics biological contents related to Asteroidea. The objective of this chapter was to analyze the

lyrics of the song “Starfish” to diagnose how biological contents of Asteroidea are approached and if they have a scientific basis. The method used was qualitative research, using the interpretation technique as a focus, where subjectivity is emphasized. The lyrics of the song has been analyzed and the verses that focused on biological aspects (subjectively or not) were highlighted and confronted with academic knowledge. The lyrics of the song show that the starfish are animals (she is a pet), benthic (walks on the floor of the seabed very slowly), voracious predators that outsource their stomachs to swallow their food without chewing (even eating, the starfish, even without teeth/ likes to swallow everything good it sees/ on its way). The song also addresses issues related to the diversity of starfish and their abundance (it has all colors; under the sea it makes a whole sky!) besides the importance of not collecting and preserving them in their natural habitat (so beautiful, right in its place/ the star is from the sea/ because out of the water it has no life, it’s just an ornament somewhere.). The song ends by leaving the message that the starfish preserved in their habitat bring beauty and balance to the environment (starfish, starfish, stay there, quietly/ on the seabed, makes a sky full of sparklers…). It is concluded that the song “starfish” focused not only on the poetic and playful aspects of these animals, but also on the scientific knowledge related to the Asteroidea.
KEYWORDS: Conservation, Early childhood education, Science teaching, Multiple intelligences.

1 I INTRODUÇÃO

A alfabetização científica, iniciada na infância através dos conteúdos de ciências naturais na educação básica, é de fundamental importância não só para a formação dos estudantes que integram nossa sociedade como também contribui na formação de futuros cidadãos sensíveis às questões científicas e ambientais (SILVÉRIO, 2017).

A literatura infantil aplicada ao ensino de ciências, principalmente para crianças em fase de alfabetização, para além das questões referentes ao aprendizado da leitura e da escrita, deve apresentar os conteúdos científicos de forma lúdica, atraente e dinâmica, estimulando uma leitura que associe os conhecimentos científicos a uma linguagem acessível e que viabilize aos jovens leitores elaborações mais abstratas sobre a realidade, inclusive sobre a ciência, seus atores e suas peculiaridades (LINSINGEN, 2008).

Um cuidado que deve ser adotado ao se transpor conteúdos técnico-científicos para uma linguagem mais acessível na literatura infantil ou livros didáticos é uma boa revisão conceitual dos temas que vão ser abordados, para que os mesmos não sejam deturpados e tratados de forma equivocada construindo saberes inverídicos sobre determinados conceitos, o que não é raro de acontecer em livros didáticos (NETO; FRACALANZA, 2003).

O Filo Echinodermata faz parte do Reino Metazoa e inclui os lírios-do-mar (Classe Crinoidea), as estrelas-do-mar (Classe Asteroidea), as falsas-estrelas (Classe Ophiuroidea), os ouriços-do-mar e bolachas-da-praia (Classe Echinoidea), e os pepinos-do-mar (Classe Holothuroidea). Assim como para os demais seres vivos, existem diversos conceitos e terminologias técnicas aplicados aos equinodermos para abordar a sua filogenia, morfologia,

fisiologia e ecologia (BRUSCA *et al.* 2018) que certamente são bastante complexos para serem compreendidos por crianças e adolescentes na escola básica.

Durante algum tempo um gênero de equinodermos – *Xiloplax* – constituído pelas margaridas-do-mar, fazia parte da Classe Concentricicloidea, que após estudos de filogenia foi considerada inválida e o gênero *Xiloplax* realocado para Classe Asteroidea, fazendo as margaridas-do-mar pertencerem à classe das estrelas-do-mar (JANIES *et al.* 2011). Este exemplo mostra a complexidade e uso de nomenclaturas prolixas para abordar alguns tópicos sobre os equinodermos na ciência.

Nota-se que não é uma tarefa fácil abordar conteúdos e terminologias relacionadas aos equinodermos numa linguagem palatável, principalmente para crianças. Nessa perspectiva, a artista Ana Cristina, através do selo independente Sonhos e Sons, lançou o Livro/Audiolivro e CD Aquático, que narra as desventuras do jacaré Jabá em 14 cantigas infantis de forma escrita e também em audiovisual. A 6ª cantiga/texto/vídeo intitula-se "Estrela-do-Mar", na qual diversas características deste equinodermo são apresentadas de forma lúdica (CRISTINA, 2014).

Este capítulo do livro Zoologia e Meio Ambiente tem como objetivo analisar a letra da cantiga "Estrela-do-Mar" para diagnosticar como conteúdos da Classe Asteroidea são abordados no Livro/Audiolivro e CD Aquático e se os mesmos têm embasamento científico ou puramente lúdico. Também serão analisadas as ilustrações da faixa musical para diagnosticar o que existe de conhecimento científico e de humanização dos animais para representação artística.

2 | MÉTODOS

O método utilizado para a análise do conteúdo da música foi qualitativo, usando a técnica da interpretação como foco, onde a subjetividade é enfatizada (MACK *et al.* 2005). A letra da cantiga foi analisada e as estrofes que versavam sobre aspectos biológicos (subjetivamente ou não) foram destacadas e confrontadas com os conhecimentos acadêmicos obtidos através dos conteúdos de livros utilizados para construção de conhecimentos zoológicos no ensino superior (BRUSCA *et al.* 2018; HICKMAN *et al.* 2018).

As imagens contidas tanto no livro quanto no vídeo disponível no CD e na plataforma YouTube foram analisadas de forma qualitativa, interpretativa e subjetiva, de forma a observar as correlações com representações científicas dos Asteroidea e sua antropização através da personificação de estruturas e comportamentos das estrelas-do-mar, adotando as metodologias apresentadas por Jolly (2012) e Uchoa e Godoi (2016).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados técnicos e de autoria da cantiga objeto de investigação encontram-se apresentadas abaixo:

Faixa: Estrela-do-mar

Música do CD e do livro/audiolivro Aquático,

Letra: Ana Cristina.

Arranjo, produção musical e pós-produção em efeitos sonoros: Caio Gracco Guimarães.

Criação, direção e animação do clipe: Guilherme Pam e Jeanne Kieffer.

LETRA:

A estrela-do-mar não caiu do céu, ela é um bichinho.
Anda pelo chão do fundo do mar, bem devagarinho.
Comilona até, a estrela-do-mar, mesmo sem dentinhos.
Gosta de engolir tudo bom que vê pelo seu caminho.
A estrela-do-mar, tão linda que é, parece um brinquedo!
Tem de toda cor, no fundo do mar faz um céu inteiro!
Tão bonita assim, bem no seu lugar, a estrela é do mar.
Pois fora da água ela não tem vida, é só um enfeite em algum lugar.
Estrela-do-mar, estrela-do-mar, fique aí, quietinha.
No fundo do mar, faz da água um céu cheio de estrelinhas...

Confrontando as informações contidas na letra da canção com as informações técnico-científicas sobre o Filo Echinodermata e Classe Asteroidea contidas em Brusca *et al.* (2018) e Hickman *et al.* (2018), observa-se que letra da música mostra que as estrelas-do-mar são animais (ela é um bichinho), bentônicas e de locomoção lenta (anda pelo chão do fundo do mar bem devagarinho), predadoras vorazes que evertem o estômago para engolir seu alimento sem mastigar (comilona até, a estrela-do-mar, mesmo sem dentinhos, gosta de engolir tudo bom que vê pelo seu caminho). Sobre a última informação, apesar das estrelas-do-mar everterem o estômago para engolir os alimentos, as mesmas possuem dentes na região da boca, que não tem função de mastigação e sim de ajudar na deglutição do alimento (LAWRENCE, 1987).

A cantiga também aborda questões referentes à diversidade das estrelas-do-mar e sua abundância (tem de toda cor, no fundo do mar faz um céu inteiro!). As informações da cantiga são corroboradas por informações científicas sobre a diversidade de formas e coloração apresentada pelos Asteroidea (CLARK; DOWNEY, 1992).

A autora Ana Cristina também aborda a importância de não coletar as estrelas-do-mar e preservá-las em seu habitat natural (tão bonita assim, bem no seu lugar, a estrela é

do mar, pois fora da água ela não tem vida, é só um enfeite em algum lugar.). A discussão levantada pela autora é de extrema relevância, pois em função da beleza que estes animais têm aos olhos humanos, principalmente das crianças, faz destes equinodermos um alvo fácil de ser coletado apenas em função da sua estética, e, em função da ausência de fixação e preservação corretos, vão estragar e acabar indo para o lixo. A situação se agrava considerando que muitas espécies de estrelas-do-mar constam na lista vermelha de invertebrados ameaçados de extinção no Brasil (ICMBIO, 2018).

A cantiga termina deixando a mensagem de que as estrelas-do-mar preservadas no seu habitat trazem beleza e equilíbrio ao meio ambiente (estrela-do-mar, estrela-do-mar, fique aí, quietinha, no fundo do mar, faz da água um céu cheio de estrelinhas…). A conscientização ambiental promovida através da cantiga, se usada pela escola básica, pode contribuir na sensibilização das crianças, estimulando-as a ter atitudes ecologicamente corretas no seu processo de construção de valores, colaborando para a formação de adultos responsáveis e conscientes de seus papéis como atores sociais, não só na preservação das estrelas-do-mar, mas da vida marinha e do meio ambiente como um todo (LINK *et al.* 2012).

Na tabela abaixo encontra-se uma síntese das correlações entre o conhecimento científico sobre os Asteroidea e algumas estrofes da cantiga “Estrela-do-Mar”.

INFORMAÇÕES CIENTÍFICAS	LETRA DA CANTIGA
Estrelas-do-mar são animais	“ela é um bichinho”
Estrelas-do-mar são bentônicas e se locomovem lentamente	“anda pelo chão do fundo do mar bem devagarinho”
Estrelas-do-mar são predadoras vorazes que evertem o estômago para engolir seu alimento sem mastigar	“comilona até, a estrela-do-mar, mesmo sem dentinhos/ gosta de engolir tudo bom que vê/ pelo seu caminho”
Diversidade de coloração e abundância das estrelas-do-mar	“tem de toda cor, no fundo do mar faz um céu inteiro”
Importância de não retirar as estrelas-do-mar de seu habitat natural	“tão bonita assim, bem no seu lugar/ a estrela é do mar/ pois fora da água ela não tem vida, é só um enfeite em algum lugar”
Conscientização para a preservação das estrelas-do-mar	“estrela-do-mar, estrela-do-mar, fique aí, quietinha/ no fundo do mar, faz da água um céu cheio de estrelinhas...”

TABELA I: Relações entre conteúdos científicos e trechos da cantiga “Estrela-do-Mar” do Livro/ Audiolivro e CD Aquático.

Analisando as ilustrações contidas no clipe da cantiga e confrontando com ilustrações técnicas de livros acadêmicos (BRUSCA *et al.* 2018; HICKMAN *et al.* 2018), verifica-se algumas das características morfológicas peculiares aos Asteroidea, como a presença da simetria pentarradial, com braços partindo de um disco central não claramente distinto e uma boca no centro do disco (Figura 01-A). Contudo, ao assistir ao clipe, verifica-se que a boca encontra-se na face aboral do disco, e também a presença personificada de dois olhos humanos, o que não é um fato científico, já que a boca, do ponto de vista real, encontra-se na região oral do disco que fica voltada para o substrato, e as estrelas-do-mar não possuem olhos, e sim órgãos sensoriais capazes apenas de perceber a claridade,

denominadas machas ocelares, localizadas na extremidade de cada braço (BRUSCA *et al.* 2018; HICKMAN *et al.* 2018) (Figura 01-B)
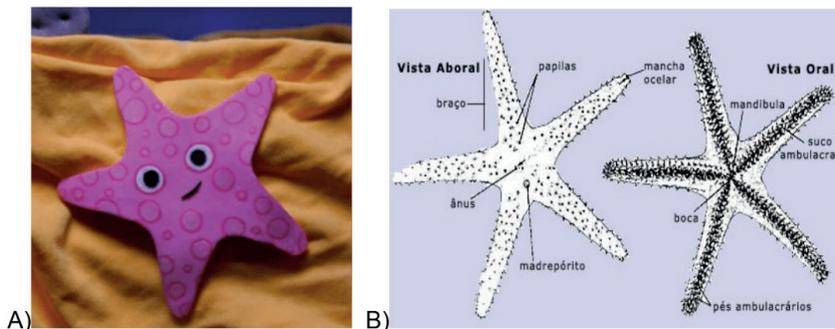
Figura 01: Representações de estrelas-do-mar. A) Representação no clipe da cantiga do CD Aquático, B) Representação científica mostrando as regiões aboral e oral e posição correta da boca e manchas ocelares.

Fontes: A) Cristina (2014); B) NatureLink (open acess: http://naturlink.pt/article.aspx?menuid=2&cid=7730&bl=1§ion=2) (acesso em 28/10/2020).

Além da morfologia alguns padrões ecológicos das estrelas-do-mar podem ser observadas no clipe, como a agregação que pode ocorrer em algumas espécies, principalmente em períodos de reprodução (KEESING *et al.,* 2011) (Figura 02 A-B)
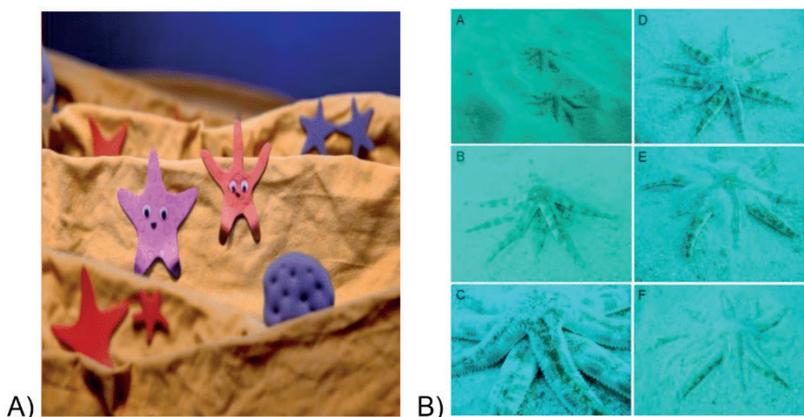
Figura 02: Representação da distribuição agregada de estrelas-do-mar. a) no clipe "Estrela-do-Mar", b) Agregação para reprodução do asteroide *Archaster angulatus.*

Fontes: A) Cristina (2014), B) Keesing *et al.* (2011).

Ao longo de todo o clipe observa-se a humanização das estrelas-do-mar, a exemplo da representação de prazer no "semblante" destas ao se alimentarem (Figura 03-A), ou da representação do medo/tristeza (pupilas dilatadas, lábios na posição de "U" invertido) ao pressentir que seria molestada pela mergulhadora (Figura 03-B)

A)

B)
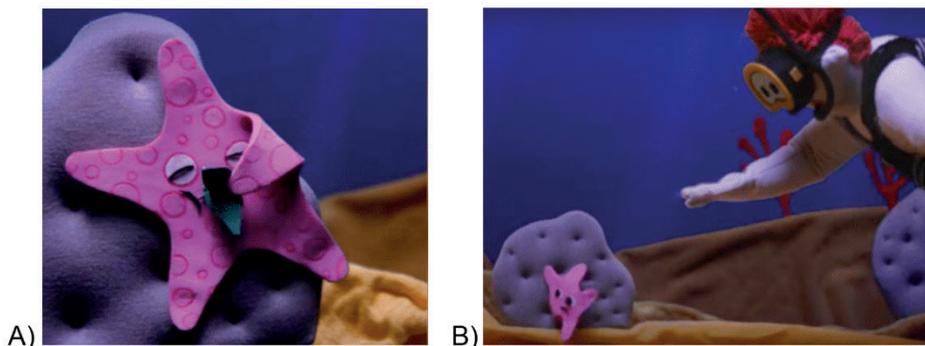
Figura 03: Representações personificadas das estrelas-do-mar. A) prazer ao se alimentar, B) Medo e fuga ao perceber um possível predador.

Fonte: Cristina (2014).

Do ponto de vista científico não existe comprovação de sensações de prazer ou medo nos equinodermos, sendo algumas de suas estratégias para localizar o alimento, fugir de predadores e demais funções biológicas puramente fisiológicas em respostas a estímulos químicos ou físicos (LAWRENCE, 1987). Contudo, para facilitar a o aprendizado de crianças, a estratégia de associar alguns comportamentos de animais não humanos aos sentimentos dos humanos frente a situações comuns como fome (ingerir alimento), sono (fechar olhos), fuga de perigo (se afastar da fonte perigosa), dentre outros, podem ser utilizados nos estágios iniciais de aprendizagem de maneira lúdica. A estratégia de personificação de animais para a compreensão de fenômenos naturais é antiga, usada por culturas ancestrais para atribuir espectro ou espírito próprio aos fenômenos e objetos, explicando assim suas origens, causas e efeitos (MERLEAU-PONTY, 2018).

É importante destacar que dentro das inteligências múltiplas (GARDNER, 1994), a percepção das crianças é menos cartesiana e a compreensão é mais subjetiva. Dentre as inteligências múltiplas temos a Inteligência Musical e a Inteligência Naturalista (GARDNER, 1995, 1998). Assim, para se trabalhar conceitos científicos com crianças, muitas vezes faz-se necessário o uso do imaginário, lançando mão da licença poética (AMOEDO, 2012) para explicar os fenômenos da natureza, sem que isto implique na deturpação científica. O imaginário é um exercício de linguagem por excelência, possuindo características instintivas as quais podem superar a "lógica" comum, e, talvez, a sua maior forma de manifestar-se

seja a arte (ARNHEIM, 2017; GENTY, 2008; HUIZINGA, 2019).

A licença poética utilizada por Ana Cristina ao utilizar a boca das estrelas-do-mar na região aboral, presença de olhos no centro do disco ao invés das manchas ocelares na ponta dos braços, representação psicológica de prazer ao a estrela-do-mar se alimentar e de medo ao fugir do predador, provavelmente seja melhor compreendida pelas crianças para entender padrões científicos dos Asteroidea do que um argumento mais técnico incompatível com a faixa etária, como, por exemplo, dizer que as estrelas não tem olhos nem cérebro.

Concluindo, foi possível constatar que a atriz e compositora Ana Cristina ao escrever a cantiga "Estrela-do-Mar" e atuar na elaboração do clipe se debruçou não só nos aspectos poéticos e lúdicos sobre estes animais, mas também nos conhecimentos científicos referentes aos Asteroidea, colocando este conhecimento numa linguagem acessível e compreensível ao seu público alvo, trazendo uma contribuição para o ensino Zoologia e Meio Ambiente.

REFERÊNCIAS

AMOEDO, Silvia Helena Facó. **Licença poética na lógica da interpretação: "psicanarte"**. Stylus, n. 24, p. 49-56, 2012. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-157X2012000100005&lng=pt&nrm=iso (acesso em 31/10/2020)

ARNHEIM, Rudolf. **Arte e percepção visual: uma psicologia da visão criadora**. 2ª Edição (revisada). Editora Cengage, 528p. 2017

BRUSCA, Richard C.; MOORE, Wendy; SHUSTER, Stephen M. **Invertebrados.** 3ª Edição, Editora Guanabara Koogan, 1032 p. 2018.

CLARK, Ailsa MacGown; DOWNEY, Maureen E. **Starfishes of the Atlantic**. 1ª Edição, Chapman & Hall, 820 p. 1992.

CRISTINA, Ana. **Aquático: a aventura do jacaré Jabá.** Editora Matiz Cultura. 28 p + 1 CD. 2014.

GARDNER, Howard. **Estruturas da Mente: a Teoria das Inteligências Múltiplas**. 1ª Edição. Editora Artmed, 340 p. 1994.

GARDNER, Howard. **Inteligências Múltiplas: a teoria na prática**. 1ª Edição. Editora Artmed, 356 p. 1995.

GARDNER, Howard. A **Reply to Perry D. Klein's "Multiplying the Problems of Intelligence by Eight"**. Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation, v. 23, n. 1, p. 96 - 102. 1998.

GENTY, Philippe. **Uma viagem entre percepção, forte impressão e interpretação.** In: Móin Móin - Revista de Estudos Sobre Teatro de Formas Animadas. Jaraguá do Sul/SC, v. 5, n. 4, p. 131-149. 2008.

HICKMAN, Cleve; ROBERTS, Larry; KEEN, Susan; LARSON, Allan; EISENHOUR, David J. **Animal Diversity.** 8ª Edição, McGraw-Hill Education, 495 p. 2018.

HUIZINGA. Johan. ***Homo Ludens:* o jogo como elemento da cultura.** 9ª Edição. Editora Perspectiva, 307p. 2019

ICMBIO/MMA. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VII – Invertebrados**. 1ª Edição, 730p. 2018. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_vol7.pdf (acesso em 27/10/2020)

JANIES, Daniel A.; VOIGHT, Janet R., DALY, Marymegan. **Echinoderm Phylogeny Including *Xyloplax*, a Progenetic Asteroid.** Systematic Biology, v. 60, n. 4, p. 420–438. 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1093/sysbio/syr044 (acesso em 27/10/2020)

JOLLY, Martine. **Introdução à análise da imagem**. 14ª Edição, Editora Papirus, 152 p. 2012.

KEESING, John K.; GRAHAM, Fiona; IRVINE, Tennille R.; CROSSING, Ryan. **Synchronous aggregated pseudo-copulation of the sea star *Archaster angulatus*** Müller & **Troschel, 1842 (Echinodermata: Asteroidea) and its reproductive cycle in south-western Australia.** Marine Biology, v.158, p.1163–1173. 2011. DOI:10.1007/s00227-011-1638-2.

LAWRENCE, John M. **A Functional Biology of Echinoderms.** 1ª Edição, The Johns Hopkins University Press, 350 p. 1987.

LINK, Daniele Jaqueline; ARAÚJO, Luiz Ernani Bonesso de; RAMPELOTTO, Elisane Maria; HILLING, Clayton. **Conscientização ambiental com alunos da educação infantil da escola de ensino fundamental Kinderwelt de Agudo – RS**. Monografias Ambientais REMOA/UFSM, v. 6, n. 6, p.1305–1311. 2012. Disponível em: https://core.ac.uk/download/pdf/231171258.pdf (acesso em 27/10/2020).

LINSINGEN, Luana von. **Literatura infantil no ensino de ciências: articulações a partir da análise de uma coleção de livros.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, 146p. 2008. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Ciencias/dissertacoes/dissertacao_luana_linsingen.pdf (acesso em 27/10/2020)

MACK, Natasha; WOODSONG, Cynthia; MACQUEEN, Kathleen M.; GUEST, Greg; NAMEY, Emily. **Qualitative Research Methods: A Data Collector's Field Guide**. Family Health International Publisher, 120 p. 2005.

MERLEAU-PONTY, Maurice. **Fenomenologia da Percepção**. 5ª Edição. Editora WMF Martins Fontes, 555p. 2018.

NETO Jorge Megid; FRACALANZA, Hilário. **O livro didático de ciências: problemas e soluções**. Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/01.pdf (acesso em 27/10/2020)

SILVÉRIO, Raiana Fernanda. **Quando Ciência e literatura se encontram: as potencialidades do uso de livros infantis no Ensino de Ciências.** Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Educação. Universidade Federal de Juiz de Fora, 18p. 2017. Disponível em: https://www.ufjf.br/pedagogia/files/2017/12/Quando-Ci%C3%AAncia-e-literatura-se-encontram-as-potencialidades-do-uso-de-livros-infantis-no-Ensino-de-Ci%C3%AAncias.pdf (acesso em 27/10/2020)

UCHOA, Antônio Giovanni Figliuolo; GODOI, Christiane Kleinübing. **Metodologias Qualitativas de Análise de Imagens: origem, historicidade, diferentes abordagens e técnicas.** In: IV Congresso Brasileiro de Estudos Organizacionais - Porto Alegre, RS, Brasil, 19 a 21 de Outubro de 2016. Anais do IV Congresso Brasileiro de Estudos Organizacionais, p. 233-241. 2016.

CAPÍTULO 10

AVALIAÇÃO DA EPIDERME DE GIRARDIA TIGRINA SOB CONDIÇÕES ESTRESSORAS

Data de aceite: 04/02/2021
Data de submissão: 06/11/2020

Tabatha Benitz
Universidade do Vale do Paraíba, Laboratório de Planárias (LAPLA)
São José dos Campos – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/1758586423333316

Matheus Salgado de Oliveira
Universidade do Vale do Paraíba, Faculdade de Educação e Artes
São José dos Campos – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/2548952324084138

Cristina Pacheco Soares
Universidade do Vale do Paraíba, Laboratório Dinâmica de Compartimentos Celulares
São José dos Campos – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/9091470548988255

Nádia Maria Rodrigues de Campos Velho
Universidade do Vale do Paraíba, Laboratório de Planárias (LAPLA)
São José dos Campos – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/9213324424642314

RESUMO: As planárias apresentam alta capacidade regenerativa e possuem por toda sua existência células tronco totipotentes chamadas de neoblastos, sendo capazes de regenerar cortes em sua estrutura. O objetivo do trabalho foi avaliar a epiderme de *Girardia tigrina* sob condições estressoras. Foram selecionados 12 indivíduos amputados em: cabeça, região faringeal e pós-faringeal. A cabeça não foi utilizada devido sua baixa regeneração. Os fragmentos foram submetidos a hipergravidade (3,3G) durante 9 dias seguidos, 9 horas ao dia e 15 horas de repouso, a uma temperatura média 18°C e 24°C. O grupo controle se regenerou em condições normais. Dado um intervalo de 24 horas, os espécimes foram submetidos a irradiação de laser de baixa intensidade 685 nm, dosagem de 1,25/cm², potência 13,3 ± 0,3 mW/cm², durante 3 minutos. Logo após, foram preparados e fixados em lâmina para análise em MEV, dividindo o grupo irradiado em dois: 24 horas e 48 horas pós irradiação, para avaliar a absorção da irradiação nesses dois períodos. As estruturas que foram avaliadas e identificadas a partir das micrografias do MEV foram: gotículas secretoras, células ciliadas, rabditos, poros excretores, microvilos e tecido de superfície. Para as estruturas que foram contabilizadas a partir das micrografias (rabditos e poro excretor), os dados foram submetidos a tratamento estatístico realizado com o software SISVAR. Para análise e interpretação dos resultados foi utilizado o ANOVA com o teste de TUKEY, $p<0,05$. Os espécimes fixados em lâmina após 48 horas de irradiação apresentam estruturas mais danificadas, sendo o fragmento faringeal com maior taxa de alteração. O grupo controle regenerou-se normalmente. Conclui-se que as planárias são ótimos modelos de estudos regenerativos suportando a exposição a fatores estressores, contudo, apresentando danos em suas estruturas da epiderme que podem variar conforme o fragmento do corpo, mas mantendo sua capacidade regenerativa.

PALAVRAS - CHAVE: Hipergravidade, Laser de Baixa Potência, Planárias líminicas, Microscopia eletrônica de varredura, Platyhelminthes, Turbellaria.

EVALUATION OF GIRARDIA TIGRINA EPIDERMIS EXPOSED TO STRESSING CONDITIONS

ABSTRACT: Planarians have shown high regenerative capacity and possess totipotent stem cells called neoblasts throughout their body, being able to regenerate cuts caused in its structure. The aim of the study was evaluate the *Girardia tigrina* epidermis exposed to stressing conditions. 12 planarians were selected and amputated forming body fragments: head, pharyngeal and post-pharyngeal region. The head fragment was not used due to its low regeneration. The fragments were subjected to hypergravity (3.3G) for 9 consecutive days, 9 hours a day and 15 hours of rest, at an average temperature of 18 ° C and 24 ° C. The control group regenerated under normal conditions. Given a time gap of 24 hours, the specimens were subjected to low intensity laser irradiation 685 nm, dosage of 1.25 / cm², power 13.3 ± 0.3 mW / cm², for 3 minutes. Soon after, they were prepared and fixed on slide for analysis in SEM, dividing the irradiated group in two: 24 hours and 48 hours after irradiation, to assess the absorption of irradiation in these two periods. The structures that were evaluated and identified from the SEM micrographs were: secretory droplets, hair cells, rhabdites, excretory pores, microvilli and surface tissue. For structures that were counted from micrographs (rhabdites and excretory pores), the data were subjected to statistical treatment using the SISVAR software. For analysis and results interpretation, ANOVA was used with the TUKEY test, $p < 0.05$. The specimens attached to the slide after 48 hours of irradiation show more damaged structures in the epidermis, with the pharyngeal fragment showing a higher rate of structural changes. The control group regenerated normally. We conclude that planarians are excellent models of regenerative studies supporting exposure to stressors, however, presenting damage to their epidermal structures that may vary according to the body fragment, but maintaining its regenerative capacity.
KEYWORDS: Hypergravity, Low Power Laser, Planarians, Scanning Electron Microscopy, Platyhelminthes, Turbellaria.

1 I INTRODUÇÃO

As planárias possuem alta capacidade regenerativa e apresentam durante a sua vida células tronco totipotentes chamadas de neoblastos, capazes de regenerar cortes ocorridos em sua estrutura corporal, por meio de diferenciação dessas células provenientes do mesênquima, em qualquer tecido do próprio corpo, fato que, as torna alvo de pesquisa moderna para o entendimento desse mecanismo e possível aplicação no estudo das células tronco humanas. A regeneração desses animais envolve a geração de tecido novo no local da ferida através da proliferação de células resultando a formação do blastema, e remodelação de tecidos pré-existentes, a fim de restaurar a simetria e morfologia (GARCIA et al. 2006).

Cada vez mais utilizadas como modelo experimental, pois além de sua capacidade

regenerativa, apresentam rápida adaptação e fácil manutenção em laboratório. Além disso, seu manejo é facilmente realizado em laboratório, com baixo custo de manutenção (GUECHEVA; HENRIQUES; ERDTMANN, 2001), além de serem utilizadas em estudos de genotoxicidade, fisiologia, percepção de luz e monitoramento ambiental (HORVAT et al. 2005; CALEVRO et al. 1999; RIVERA et al. 1994). Estudos com organismos modelo, como as planárias, nos permite tentar compreender os espaços existentes no entendimento das células tronco quando submetidas a condições extremas, contribuindo na compreensão da organização e reação dos tecidos em determinadas condições.

A epiderme é revestida por uma camada de células cubóides que se encontra em uma membrana basal elástica na porção ventral e em grande parte revestida por cílios que servem para a locomoção. Possuem células glandulares que ficam abaixo das camadas musculares com o colo das glândulas encostando na epiderme ou espalhadas na mesma (NEWMARK et al. 2001). Essas glândulas produzem um muco que facilita a locomoção e deglutição de presas, além de realizarem excreção do animal. A epiderme externa é também bastante glandular, apresentando intensa secreção de muco (SALÓ, 2006).

As planárias possuem os rabditos, células ovoides localizadas próximas a cavidade na epiderme, cuja função não é totalmente compreendida, sendo essas estruturas descritas como células excretoras por Bowen e Ryder (1974), que as descreveram como células formadoras e excretoras de muco, que formam e acumulam o muco produzindo pequenas bolsas, que são liberadas pelo poro excretor na epiderme.

Os rabditos se rompem e liberam o muco na epiderme da planária, em resposta a algum mecanismo ou ação externa, como por exemplo, algum tipo de estresse causado no ambiente em que o animal está inserido, alimentação ou locomoção. Segundo Ball (1981), os rabditos protegem o animal de ataques e condições adversas. As microvilosidades existentes na epiderme ciliar, definidas por Smales et al. (1978) como aglomeração de cílios, auxiliam na locomoção e deglutição do animal.

O sistema excretor é formado basicamente pelas células flama ou solenócito, tratando-se de uma célula em forma de tubo. Em seu interior existe uma cavidade com um grupo de flagelos que drenam os resíduos metabólicos para os ductos excretores, sendo eliminados para o exterior através de poros dorsais. As trocas gasosas ocorrem por difusão direta através da epiderme, não existindo órgãos respiratórios. Os gases difundem-se diretamente de célula a célula, não havendo líquido circulatório (MARCONDES, 1994).

A gravidade é um efeito permanente na superfície do planeta e os seres estão adaptados a viver de acordo com este fator, que pode alterar o ambiente mecânico dentro dos tecidos e desestabilizar a homeostase dos seres vivos, sem causando obrigatoriamente óbito no animal (BOURG et al. 2004).

Gomes (2007) relata que para analisar aspectos físicos envolvidos na hipergravidade, deve-se observar, através de um referencial inercial, para que as leis de Newton sejam válidas e não seja preciso criar forças fictícias para validá-las. Para observar-se o fenômeno

do movimento ponto de vista biomédico e fisiológico, pode-se compreender a partir de um referencial acelerado, onde as reais forças atuantes no sistema são desprezadas e substituídas por uma simples força gravitacional, a fim de explicar os acontecimentos decorrentes de tal situação.

Bourg et al. (2004) comentam que a exposição de moscas *Drosophila melanogaster* a hipergravidade de 3G e 5G em idade jovem aumenta em duas semanas a longevidade masculina, com retardamento comportamental e resistência ao calor em ambos os sexos, demonstrando alterações provocadas nesses animais, após exposição à hipergravidade.

Organismos simples, com capacidade regenerativa, quando expostos a hipergravidade podem ajudar a compreender o que acorre aos astronautas e animais em diferentes ambientes gravitacionais. Estudos feitos por Campos-Velho (2011), mostram que os espécimes de *Girardia tigrina,* mantiveram a capacidade regenerativa em ambientes de hipergravidade, sendo que os fragmentos posteriores apresentaram um crescimento médio significativamente maior que o grupo controle. No caso dos seres humanos, a exposição mesmo que rápida a hipergravidade, causa deslocamento dos fluidos corporais para a parte inferior do corpo reduzindo a pressão arterial na cabeça e no tórax que provocarão danos no sistema nervoso afetando a memória e concepção visual (ALBUQUERQUE, et. al 2010).

Rahmann et al. (1992) utilizaram em seu estudo peixes e larvas de rã, para verificar a influência da hipergravidade no sistema nervoso desses animais, submetendo-os por 9 dias a 2G e 4G. Os resultados obtidos através de microscopia eletrônica de varredura, demonstra uma redução do volume cerebral total, diminuição na atividade da creatina quinase e aumento local do funcionamento de citocromo-oxidase.

Junior et al. (2012) em revisão geral sobre o efeito do exercício com vibração corporal total sobre o sistema neuromuscular, mostra que a força gravitacional é de grande importância para a manutenção das propriedades celulares e consequentemente, do desempenho musculoesquelético frente às atividades de vida diária ou esportivas. O aumento da carga gravitacional (hipergravidade) amplia a resposta adaptativa do músculo e, consequentemente, sua capacidade funcional. Por outro lado, a diminuição da carga gravitacional (microgravidade) sobre o corpo exerce efeitos contrários, diminuindo a capacidade muscular de geração de força, assim como sua massa (FITTS et al. 2001).

Para observação de microestruturas sólidas em diversas áreas como biologia, odontologia, química, farmácia, metalurgia, física, medicina e geologia, pode-se utilizar o microscópio eletrônico de varredura (MEV) que fornece rapidamente informações sobre a morfologia e identificação de elementos químicos de amostras sólidas, além de permitir grande profundidade de foco em pequenos e maiores aumentos, garantindo assim maior credibilidade de imagem das estruturas analisadas (DEDAVID et al. 2007).

Ciguel et al. (1984) analisaram a microestrutura esqueletal da concha dos *Tentaculites crotalinus* coletados em afloramentos da formação Ponta Grossa (Devoniano), objetivando o

reconhecimento das relações filogenéticas desses invertebrados. Avaliou-se a composição química da camada e do molde externo da concha através de espectrometria e difratometria de raio x e microscopia eletrônica de varredura, obtendo-se que a microestrutura esqueletal foliada sugere que a ordem Tentaculitida pode ser mais propriamente incluída no Filo Mollusca.

O laser de baixa potência é utilizado no tratamento de feridas no tecido humano e sua interação com o local da ferida, aumenta o metabolismo celular e a vascularização (LOPES; BRUGNERA, 1998; EFENDIEV et al. 1992). Os efeitos de estimulação do laser de baixa potência dependem do comprimento de onda, dose, e potência da luz utilizada no processo de irradiação (SOMMER et al. 2001).

Pereira (2009) avaliou em seu trabalho o efeito da radiação laser de baixa potência em linhagem odontoblástica (MDPC-23) de camundongos, utilizando duas dosagens 0,2 J/cm² e 1,0 J/cm². A radiação laser modulou a atividade funcional das células estudadas, e constatou-se que a dose de 0,2 J/cm² gera resultados mais efetivos, permitindo a viabilidade celular, redução da proliferação celular, aumento na quantidade de proteína total e atividade de fosfatase alcalina, além da quantidade de nódulos mineralizados.

Barboza et al. (2013) utilizaram em seu trabalho células tronco mesenquimais, derivadas da medula óssea e do tecido adiposo, as quais foram submetidas a duas aplicações (T0 e T48h) de laser de baixa potência (660 nm; doses de 0,5 e 1,0J/cm). As células-tronco mesenquimais derivadas da medula óssea responderam a terapia com laser de forma dose-dependente e um maior crescimento celular foi observado quando as células foram irradiadas com dose de 1,0J/cm², especialmente depois de 24h ($p<0,01$). As células-tronco mesenquimais derivadas do tecido adiposo responderam melhor à dose de 1,0J/cm², com maior proliferação após 48 ($p<0,05$) e 72h ($p<0,01$).

Estudos realizados por Skinner et al. (1996), mostram que a utilização de laser de baixa potência estimula fibroblastos humanos embrionários em cultura com diferentes doses por 4 dias, e que, as doses mais baixas podem favorecer a síntese proteica. Segundo estudos de Abergel et al. (1987) o efeito do laser de baixa potência na síntese proteica pode ocorrer através de estimulação metabólica, com a aceleração da taxa de transcrição de RNAm de genes ou mudanças enzimáticas após a biomodulação com laser.

As planárias têm sido consideradas ótimos modelos no estudo de terapia com laser, uma vez que possuem células regenerativas e mecanismo de modelamento celular durante todo o seu ciclo vital, contribuindo assim para o avanço da área e utilização na medicina, já que proporciona a investigação da diferenciação celular, podendo contribuir na compreensão desse processo nas células humanas (REDDIEN; ALVARADO, 2004).

Lopes et al. (2009) realizaram estudos com laser de baixa potência em *Girardia tigrina*, com 30 exemplares seccionados na região aurícular e irradiados 48h após o corte. As planárias foram divididas em 03 tratamentos de 10 espécimes cada: 1) Grupo controle (não irradiado), 2) Grupo 1; com irradiação por 1 minuto e 3) Grupo 2; irradiação por 3

minutos. Foram realizadas 14 sessões durante 22 dias sobre a cabeça e fragmentos do corpo da planária, que posteriormente foram fixadas para análise histológica. Foi possível identificar as estruturas anatômicas da planária a partir da análise histológica e para o processo regenerativo, o grupo 2 apresentou arquitetura corporal mais perfeita do tecido comparado com o grupo 1 e o grupo controle. Assim, o laser de baixa potência tem influenciado no processo regenerativo de planárias com o tratamento de radiação óptica.

2 I OBJETIVO

Avaliar a morfologia da epiderme de *Girardia tigrina* regenerante sob ação de hipergravidade e laser de baixa potência.

3 I MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Modelo experimental

Utilizou-se planárias da espécie *Girardia tigrina* (Girard 1850), com matrizes provenientes do Rio Paraíba do Sul, no trecho do município de Jacareí, SP (Figura 1), que se encontravam aderidas a macrófitas, da espécie *Pistia stratiotes* e alimentando-se de detritos orgânicos (Figura 2). Os exemplares coletados foram aclimatados por um período de dois anos no laboratório de Pesquisas de Planárias (LAPLA) do Centro de Estudos da Natureza (CEN) da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP).

Figura 1. Local de coleta, Rio Paraíba do Sul, Jacareí, com destaque para o ponto de coleta

Fonte: Google Earth, 2018.

Figura 2. Detalhes de macrófitas da espécie *Pistia stratiotes*

Fonte: http://gallipatoalcublano.blogspot.com.br

3.2 Manutenção em laboratório

Os espécimes pertencentes ao LAPLA, encontram-se sob condições de temperatura entre 18ºC e 24ºC ±1ºC.

A alimentação dos espécimes ocorre uma vez por semana com fígado bovino cru (Figura 3), retirado após 5h de deglutição, seguido de limpeza e troca da água dos recipientes, evitando a putrefação que pode ocorrer pelos restos de fígado deixados na água, causando óbito dos animais. Os recipientes são acompanhados diariamente e se necessário, a água é substituída antes da próxima alimentação.

Figura 3. Planárias se alimentando em laboratório com fígado bovino

Fonte: Carvalho (2013)

3.3 Seleção e amputação dos animais

Foram selecionados aleatoriamente 12 indivíduos adultos, íntegros medindo aproximadamente entre 0,5 e 1 cm e que permaneceram uma semana em supressão de alimentação (Garcia-Fernandéz, 1991), evitando assim restos de fígado no trato digestório, fato que poderia interferir no momento da amputação dos fragmentos. Além disso, a supressão de alimentação reduz a secreção de muco dos exemplares, que pode contaminar a água do recipiente, levando as planárias a óbito. Os indivíduos permaneceram individualmente em frascos e mantidos sob iluminação natural. Os espécimes foram anestesiados e posicionados com a superfície ventral para voltada para cima e amputados nas regiões faringeal ou mediano e pós-faringeal ou posterior (Figura 4),

De acordo com Adell et al (2010) as planárias amputadas em qualquer nível ao longo do eixo antero-posterior podem regenerar a cabeça, mas a taxa de regeneração da cabeça diminui posteriormente, sendo assim, não utilizamos o fragmento cabeça devido a essa redução regenerativa, que poderia interferir nos resultados experimentais.

Figura 4. Amputação de *Girardia tigrina*. A: espécime íntegro com a região ventral voltada para cima 40 x, b: exemplar seccionado em três fragmentos: cabeça (não utilizado), 1: faringeal e B: pós-faringeal 10 x.

Fonte: Acervo dos autores.

3.4 Definição dos grupos experimentais

Os grupos de estudo foram definidos em grupo controle e experimental utilizando-se as regiões faringeal e pós-faringeal.

3.5 Exposição à Hipergravidade

Os fragmentos foram acondicionados em tubos de 50 ml e distribuídos quatro

fragmentos por tubo, com água de manutenção e centrifugados em uma centrífuga modelo C3i/CR3i da marca Jouan, do Laboratório de Biologia Celular e Tecidual do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Univap. Para se atingir 3.3 G, utilizou-se 550 rpm (rotações por minuto). Os tubos foram mantidos durante nove dias consecutivos, centrifugando-se por 9h/dia e 15h/repouso/dia, a uma temperatura média entre 18ºC e 24ºC ±1ºC, ideal para manutenção dos fragmentos e igual condição do grupo controle.

3.6 Irradiação do Laser de baixa potência

Após a centrifugação e intervalo de 24h, os exemplares foram distribuídos em placas com área de 2 cm² e água de manutenção, para diminuir a região de mobilidade, garantindo assim, maior incidência do laser no espécime. Foram irradiados na ausência de luz com Laser de Baixa Potência, Thera Lase DMC - 685 nm, dosagem de 1,25/cm², potência 13,3 ± 0,3 mW/cm² durante 3 minutos.

3.7 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Para analisar a epiderme durante o processo regenerativo dos fragmentos submetidos à hipergravidade e ao laser de baixa potência, utilizou-se o microscópio eletrônico SEM ZEISS EVO mA10 em dois fragmentos da região faringeal e dois fragmentos da região pós-faringeal, dos grupos controle e experimental. Para o grupo experimental foram realizadas duas etapas de aplicação laser nos fragmentos que se regeneraram na hipergravidade conforme o quadro 1 abaixo:

REGIÃO DO CORTE		A) CONTROLE MEV	B) HIPERGRAVIDADE (INTERVALO 24h) LASER 3' - MEV	C) HIPERGRAVIDADE (INTERVALO 24h) LASER 3' (INTERVALO 24h) - MEV
	FARINGEAL	2 fragmentos	2 fragmentos	2 fragmentos
	PÓS-FARINGEAL	2 fragmentos	2 fragmentos	2 fragmentos

Quadro 1. Microscopia eletrônica de varredura, A) Grupo controle, regenerando 9 dias sem interferência e análise por MEV; B) Hipergravidade por 9 dias, intervalo de 24h, aplicação de laser baixa potência por 3 minutos e análise por MEV; C) Hipergravidade por 9 dias, intervalo de 24h, laser de baixa potência por 3 minutos, intervalo de 24h e análise por MEV (grupo 48h).

As amostras foram fixadas com 2 % de paraformaldeído e 8 % de solução tampão PBS (solução salina tamponada) por 24h. Após foram lavadas com PBS e processadas pela desidratação seriada em acetona (50 %, 70 % 90 % e 100 % por 10 minutos), e desidratação completa com utilização de acetona 100 % com HMDS (Hexametildisilazana), em seguida adicionado HMDS puro para secagem na capela. Posteriormente, as amostras

foram aderidas em *stubs* contendo fita adesiva e metalizadas com 19 cm³ de ouro em pó e fotografadas em MEV.

3.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a tratamento estatístico realizado com o software SISVAR versão 5,6 (FERREIRA, 2019; FERREIRA, 2014). Para análise e interpretação dos resultados foi utilizado o ANOVA com o teste de TUKEY, $p<0,05$.

4 | RESULTADOS

4.1 Estruturas Identificadas e Avaliação das alterações na epiderme

Para facilitar o entendimento das figuras 5, 6, 7 e 8, foram marcados círculos coloridos na figura 5 as estruturas observadas e avaliadas a partir do MEV a saber: gotículas secretoras e tecido de superfície (verde), células ciliadas (laranja), rabditos (amarelo), poros excretores (vermelho), microvilos (azul). Observou-se que os espécimes fixados após 48h de irradiação apresentam estruturas danificadas, sendo o fragmento faringeal o mais alterado. O grupo controle regenerou completamente.
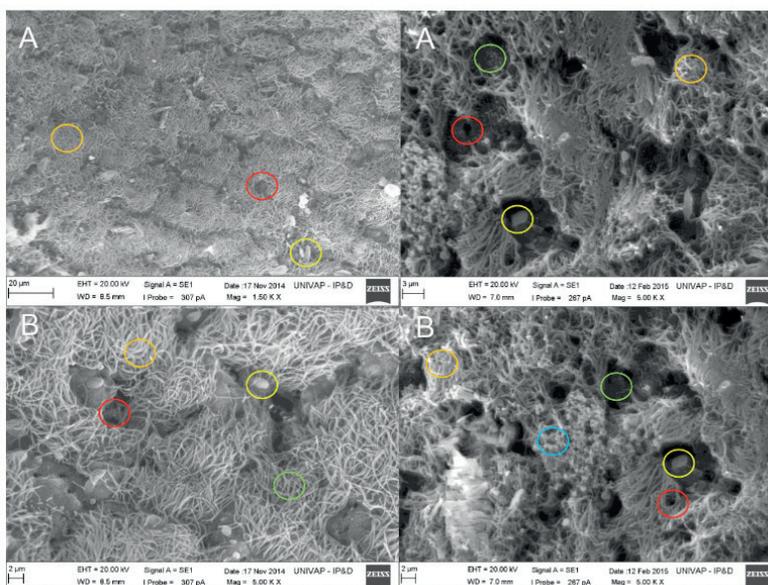
Figura 5. A- Grupo controle 24h fragmento faringeal, B- Grupo controle 48 h fragmento faringeal
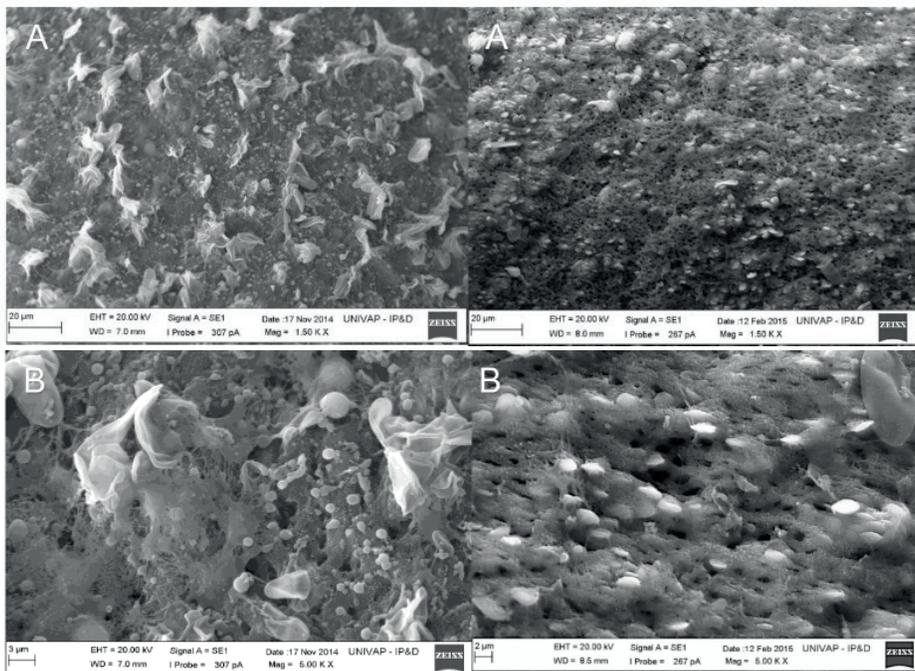
Figura 6. A- Grupo Experimental 24h fragmento faringeal, B- Grupo Experimental 48 h fragmento faringeal
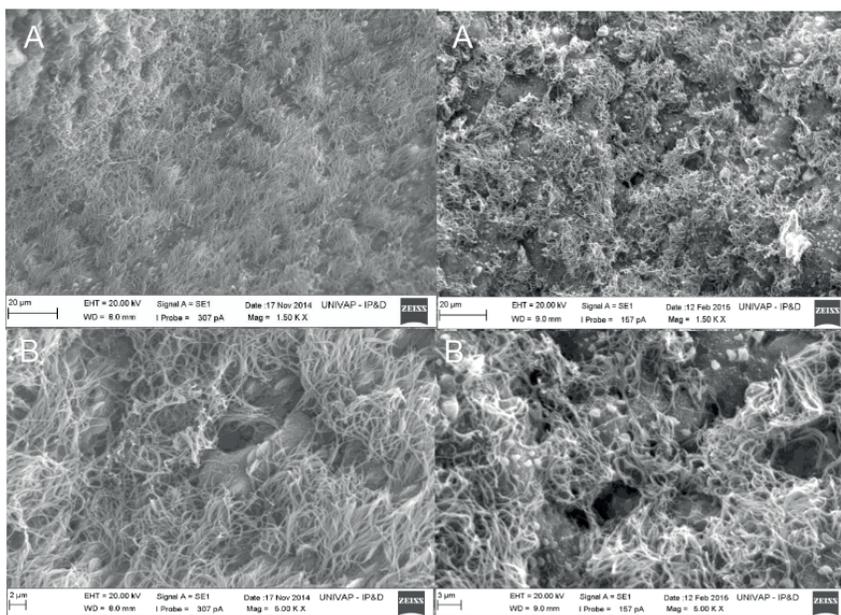
Figura 7. A- Grupo controle 24h fragmento pós-faringeal, B- Grupo controle 48 h fragmento pós-faringeal
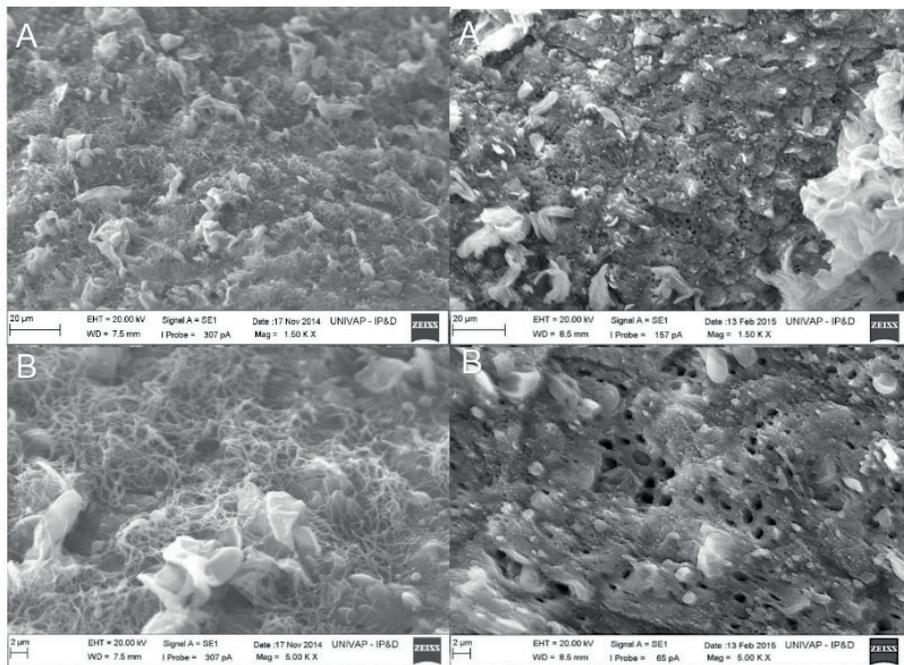
Figura 8. A- Grupo experimental 24h fragmento faringeal, B- Grupo experimental 48h fragmento faringeal

Na análise através do MEV, o grupo controle fixado 24h após 9 dias de regeneração e o grupo controle fixado 48h após o mesmo processo, apresentaram diferença significativa, uma vez que o grupo controle 48h apresentou-se mais íntegro na identificação dos componentes da epiderme e organizado, além de ser o único grupo em que se registrou no fragmento faringeal a presença de microvilosidades, estrutura presente em planárias morfologicamente perfeitas.

Os resultados do grupo controle e experimental mostram todas as estruturas da epiderme: cílios, gotículas excretoras ativas e inativas, microvilosidades (somente no grupo controle 48h), poros excretores e rabditos, porém, pode-se observar claramente a alteração que a hipergravidade e laser de baixa potência provocam na organização da epiderme. Os rabditos observados no grupo controle, tem sua presença reduzida no grupo experimental, e os que permanecem mostram-se desorganizados. As cavidades, irregularidades na superfície epitelial e poros excretores, aparecem com maior frequência no grupo experimental, principalmente no grupo 48h. Essas observações podem estar relacionadas ao estresse na epiderme desse grupo após exposição a hipergravidade e absorção do laser de baixa potência, gerando aumento na produção e excreção de muco, o que não se registra no grupo controle. Os cílios do grupo controle apresentam-se organizados e uniformes, e no grupo experimental estas estruturas encontram-se reduzidas ou ausentes.

Comparando os fragmentos faringeal e pós-faringeal dos grupos controle e experimental, encontram-se diferenças, ao passo que o fragmento faringeal dos grupos experimentais 24h e 48h não apresentam cílios em observação por meio do MEV, já no grupo controle, verifica-se a presença abundante dos cílios. Em relação aos fragmentos da região pós–faringeal, os cílios estão presentes nos grupos experimental e controle (24h e 48h), todavia, apresentam-se mais reduzidos e desorganizados no grupo experimental. Essas observações através do MEV, sugerem que a região pós-faringeal do grupo experimental sofreu pouca alteração e desorganização em suas estruturas após a hipergravidade e laser de baixa potência. De maneira geral, os procedimentos estressores não impediram ou atrapalharam o processo regenerativo, mas geraram desorganização em sua epiderme.

4.2 Estruturas fisiológicas da epiderme analisadas após os tratamentos

Para a observação e quantificaçao das estruturas fisiológicas da epiderme, priorizou-se a contagem e tratamento estatístico de rabditos e poros excretores por serem estruturas fisiológicas relacionadas a secreção de muco protetor e a manutenção da reconstruçao tecidual (Oliveira et al., 2018).
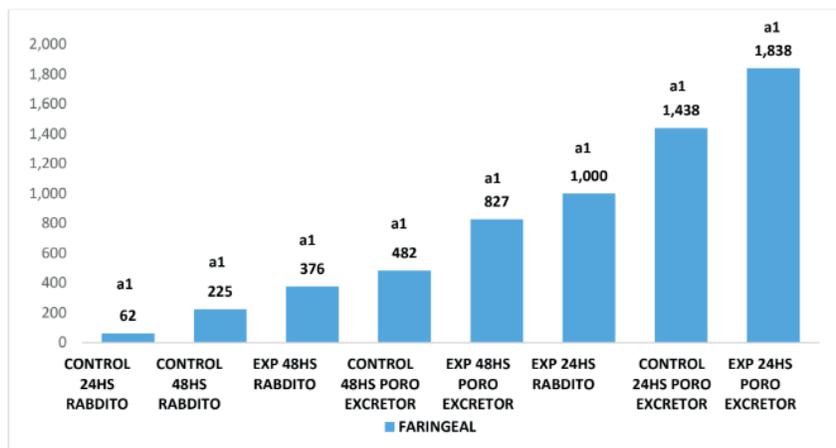
Gráfico 1: Identificação e quantificação das estruturas fisiológicas da epiderme das planárias do fragmento faringeal para o grupo controle (CONTROL) e experimental (EXP), para o tempo de observação de 24h e 48h. As médias seguidas pela mesma letra e numeral não diferem estatisticamente entre si. Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p<0,05$, Tukey).

Para as estruturas fisiológicas quantificadas, rabditos e poros excretores do fragmento faringeal, fora observado diferença quantitativa entre as médias, porém não houve diferença estatística significativa ($F = 1,690$). A estrutura mais observada no fragmento faringeal foi o poro excretor para o tempo de 24h do grupo experimental, seguido da mesma estrutura para o grupo controle 24h (Gráfico 1). Para a estrutura rabditos também

foi observado maior presença para o grupo experimental no tempo de observação de 24h. Pode-se afirmar que as estruturas foram mais frequentemente observadas na epiderme dos animais no tempo de observação de 24h. Sugere-se que poros excretores e rabditos estejam elevados sob a superfície da epiderme das planárias no tempo de 24h pois são estuturas atuantes na formação do muco protetor e reconstrução tecidual.

Gráfico 2: Identificação e quantificação das estruturas fisiológicas da epiderme das planárias do fragmento pós-faringeal para o grupo controle (CONTROL) e experimental (EXP), para o tempo de observação de 24h e 48h. As médias seguidas pela mesma letra e numeral não diferem estatisticamente entre si. Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p<0,05$, Tukey).

Para as estruturas fisiológicas quantificadas, rabditos e poros excretores do fragmento pós-faringeal, fora observado diferença quantitativa entre as médias, porém não houve diferença estatística significativa ($F = 1,351$). A estrutura que mais fora observada no fragmento pós-faringeal foi o poro excretor para o tempo de 24h do grupo experimental, seguido da mesma estrutura para o grupo experimental 48h (Gráfico 2). Para a estrutura rabditos também foi observado maior presença para o grupo experimental no tempo de observação de 24h. Pode-se afirmar que as estruturas foram mais frequentemente observadas na epiderme dos animais no tempo de observação de 24h. Sugere-se que poros excretores e rabditos estejam elevados sob a superfície da epiderme das planarias no tempo de 24h pois são estruturas atuantes na formação do muco protetor e reconstrução tecidual, que estariam hiperfuncionantes nas primeiras 24h do estímulo agressor.

A menor contagem geral de estruturas evidenciadas na análise estatística para a epiderme do fragmento pós-faringeal (Gráfico 2), pode ser explicada devido a região ter apresentado uma maior porção de estruturas ciliadas que recobriam a superfície e também a maior presença de tecido de sobreposição e de superfície da epiderme.

5 I DISCUSSÃO

A terapia com laser de baixa potência é uma técnica capaz de acelerar a restauração dos tecidos biológicos traumatizados dependendo da potência e período de irradiação (Karu, 1999). No presente trabalho, o laser de baixa potência (660 nm) foi utilizado como fator estressor, sendo irradiado em única sessão nos fragmentos das regiões faringeal e pós-faringeal, 24h após serem submetidos a hipergravidade. Os resultados registram alterações na epiderme do animal, analisadas através do MEV. A maior desorganização da epiderme ocorreu no grupo experimental de 48h que recebeu a irradiação 24h após a hipergravidade e analisado 24h após ter sido aplicado o laser de baixa potência, já o grupo 24h irradiado 24h após hipergravidade e fixado para análise imediatamente, assim, o grupo 48h obteve maior tempo de absorção do laser de baixa potência, o que causou uma desorganização em sua epiderme em relação ao grupo 24h. Isto, sugere a influência direta da ação do laser de baixa potência neste caso, porém, não exclui o estresse gerado no animal pela exposição a hipergravidade.

Searby et al. (2003), afirmam que a gravidade influencia o ambiente mecânico dentro dos tecidos, podendo alterar a homeostase do organismo, mas não o levar a morte. Este fato é comprovado no presente estudo, uma vez que os fragmentos do grupo experimental expostos a hipergravidade de 3,3 G por 9 dias regeneraram, porém, apresentaram alterações nas estruturas da epiderme após centrifugação e irradiação de laser, evidenciando assim a influência da hipergravidade como um dos fatores na organização tecidual desses organismos.

Pinto (2013) demonstra que *Girardia tigrina* e Planaria *sp.* apresentam capacidade regenerativa em ambiente de hipergravidade e que experimentos adicionais se fazem necessários, uma vez que poucos trabalhos existem a respeito da avaliação regenerativa em condições extremas. *G. tigrina e* Planaria *sp.* utilizadas por Pinto (2013), foram submetidas a hipergravidade (3,3 G) durante 9 dias, a fim de mensurar o crescimento e avaliar a organização celular. Utilizando MEV para analisar as células após a hipergravidade, foi registrada cicatrização em ambas as espécies, além da diferença na disposição de células entre as espécies estudadas, sugerindo-se que os espécimes sofreram alterações morfológicas, quando submetidos a condições de hipergravidade. No presente estudo a espécie *G. tigrina* foi centrifugada a 3,3 G durante o período de 9 dias, mesmo procedimento utilizado por Pinto (2013), corroborando com o fato das planárias serem viáveis para trabalhos em hipergravidade. Também foram registrados em nossos experimentos alterações morfológicas quando submetidos a hipergravidade e laser de baixa potência, registrando assim a hipergravidade como um dos fatores para essas alterações, igualmente descrito nos resultados de Pinto (2013).

Smales et al. (1978), realizaram através de MEV descrição dos órgãos sensoriais e epiderme em planárias *G. tigrina*, observando estruturas tais como: cílios, microvilosidades,

poros excretores, gotículas excretoras, rabditos e superfície irregular (com pequenas cavidades). Essas estruturas foram identificadas no presente trabalho, nos grupos controle e experimental. Observações como corpos ovoides semelhantes a rabditos próximos as cavidade existentes na epiderme do animal, microvilosidades, rugosidade da epiderme e irregularidade no tamanho dos cílios, descritas por Smales et al. (1978), foram observadas no presente estudo, nos grupos controle e experimental, sendo que no grupo experimental os componentes da epiderme foram identificados, porém apresentaram-se desorganizados.

As células ovoides descritas como rabditos por Smales et al. (1978) e observadas em nosso estudo, foram registrados em epitélio de planárias primeiramente por Bedini; Papi (1974). Porém, nos estudos de Kessel; Shih (1974) e Bowen; Ryder (1974), as células rabditos foram identificadas como estruturas parecidas com gotículas excretoras. Carpenter et al. 1974, constataram a ausência de células rabditos no epitélio de *D. dotorocephala* e sugeriram que a presença dessas células poderia ser uma adaptação funcional do animal.

Rompolas et al. (2010), descrevem através de análise em microscopia eletrônica de varredura, que planárias da espécie *Schimdtea mediterranea* apresentam cílios distribuídos de forma homogênea na região ventral do animal e poros são encontrados em sua superfície, o que também foi observado nos grupos controle de *G. tigrina* no presente estudo.

Os trabalhos de Smales (1978) e Rompolas (2010) apontam a existência de cílios na região da cabeça e possível função sensorial desses cílios. Em nosso estudo não foi possível observar, já que optamos por trabalhar com os fragmentos faringeal e pós-faringeal, não sendo utilizada a cabeça, devido à menor taxa de sobrevivência e sensibilidade para procedimentos experimentais nesse fragmento, conforme descrito por Adell et al. (2010). Hyman (1951) aponta que os cílios estão relacionados com a locomoção desses animais, secreção de muco proveniente de glândulas espalhadas pela epiderme, auxiliando também na deglutição de alimentos, fato este também citado nos estudos de Newmark (2001). No presente trabalho, foi observado a relação dos cílios com a excreção do muco uma vez que os fragmentos do grupo controle apresentaram gotículas de muco sempre próxima a região ciliar. Porém, os grupos experimentais apresentaram formação de muco mesmo quando não apresentavam os cílios. Este fato pode estar relacionado aos fatores estressores (hipergravidade e laser de baixa potência) em que foram submetidas as planárias, provocando aumento na produção do muco pelo animal, como reação de defesa ou até mesmo uma tentativa de reorganização da epiderme.

6 | CONCLUSÃO

Para as estruturas fisiológicas quantificadas, rabditos e poros excretores do fragmento Faringeal e para o Pós-faringeal, fora observado diferença quantitativa entre as médias, porém não houve diferença estatística significativa. A estrutura que mais fora

observada no fragmento Faringeal foi o Poro Excretor para o tempo de 24 horas do grupo experimental, seguido da mesma estrutura para o grupo controle 24 horas. Para a estrutura Rabditos também foi observado maior presença para o grupo experimental no tempo de observação de 24 horas. A estrutura que mais fora observada no fragmento pós-faringeal foi o Poro Excretor para o tempo de 24 horas do grupo experimental, seguido da mesma estrutura para o grupo experimental 48 horas. Tanto os fragmentos faringeal e pós–faringeal quando submetidos a condições de estresse (hipergravidade e laser de baixa intensidade) se regeneraram. Para os grupos controle e experimental nos fragmentos faringeal e pós-faringeal, foram observadas estruturas formadoras da epiderme: rabditos, cílios, gotículas e poros excretores com formação de muco. Os fragmentos faringeal e pós-faringeal do grupo experimental (48 horas) apresentaram estruturas da epiderme mais desorganizadas do que do grupo experimental 24 horas.

REFERÊNCIAS

ABERGEL, R.P.; LYONS, R.F.; CASTEL, J.C.; DWYER, R.M.; UITTO, J. **Biostimulation of wound healing by lasers: experimental approaches in animal models and fibroblast cultures.** J Dermatol Surg Oncol, v. 13, p. 127-33, 1987.

ADELL, T.; CEBRIÁ, F.; SALÓ, E. **Gradientes in Planarian Regeneration and Homeostasis.** Department of Genetics and Institute of Biomedicine, University of Barcelona, 2010.

ALBUQUERQUE, M.P., NAVA, M.J.A., ROSA, M.S.G., RUSOMANO, T. **A novel human-powered centrifuge approach for pilots training based on the ground. Congrega** – Urcamp Alegrete, ISSN: 1982-2960, 2010.

BALL, I.R.; REYNOLDSON T.B. **British Planarians.** Cambridge University Press, U. K. 6 pp, 1981.

BARBOZA, C.A.G.; GINANI F.; SOARES D.M.; HENRIQUES A.C.G.; FREITAS R.A. **Laser de baixa intensidade induz à proliferação in vitro de células-tronco mesênquimais.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil. Einstein. 2014;12(1):75-81. DOI: 10.1590/S1679-45082014AO2824, 2013.

BEDINI, C.; PAPI, F. **Fine structure of the turbellarian epidermis.** In: Biology of the turbellaria (N. Riser and M.P. Morse, eds.). New York: McGraw-Hill, 1974.

BOURG, E.L.; TOFFIN, E.; MASSÉ, A. **Male Drosophila melanogaster flies exposed to hypergravity at Young age are protect against a non-lethal heat ahock at middle age but not against behavioral impairments due to this shock.** Received 10 May 2004; accepted in revised form 6 July 2004. Disponível em: http://www.springerlink.com/content/wv05x112651h5j87/fulltext.pdf.> Acesso em 20 de out. 2014.

BOWEN, I.D.; RYDER, T.A. **The fine structure of the planarian Polycelis tenuis (Iijima). III. The epidermis and external features.** Protoplasma (Wien) 80, 381-392, 1974.

CALEVRO, F., CAMPANI, S., FILIPPI, C.; BATISTONI, R., DERI, P., BUCCI, S., RAGGHIANTI, M.; MANCINO, G. **Bioassays for testing effects of Al, Cr and Cd using development in the amphibian Pleurodeles waltl and regeneration in the planarian *Dugesia etrusca*.** Aquat. Ecosys. Health Manag. 2: 281-288, 1999.

CAMPOS-VELHO, N.M.R. **Planárias límnicas (Tricladida, Dugesiidae) como modelos em experimentos de regeneração em ambientes de microgravidade e hipergravidade.** Tese de doutorado, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2011.

CARPENTER, I.S.; MORITA, M.; BEST, J.B. **Ultrastructure of the photoreceptor of the planarian *Dugesia dotorocephala*.** 1. Normal eye. Cell Tissue Ressearch. 148, 143-158, 1974.

CIGUEL J. H. G.; RÖSLER O.; HOFMEISTER R. M. **Preservação parcial da concha de *Tentaculites crotalinus* da formação de Ponta Grossa (Devoniano).** 3ª Reunião Internacional IGCP, Project nº 193: Assunção Paraguai, 1984.

DEDAVID B., A. **Microscopia Eletrônica de Varredura: aplicações e preparação de amostras: materiais poliméricos, metálicos e semicondutores (recurso eletrônico)**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento. Edição do CEMM (Centro de Microscopia e Microanálises). IDÉIAPUCRS. P. 60, ISBN: 978-85-7430-702-2, 2007.

EFENDIEV, A. I., TOLSTYKH, P. I., DADASHEV, A. I. AZIMOV, S. A. **Increasing the scar strenght after preventive skin radiation with low-intensity laser.** Klin Klir, vol. 1, p. 23-25, 1992.

FERREIRA, D. F. **SISVAR: A Computer Analysis System to Fixed Effects Split Plot Type Designs.** Revista Brasileira de Biometria, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Available at: <http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>. Date accessed: 10 feb. 2020. doi: https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: A Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons**. Ciênc. agrotec. [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112 . Disponible en: ISSN 1413-7054. http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001.

FITTS, R. H.; RILEY, D.R.; WIDRICK, J. J. **Functional and structural adaptations of skeletal muscle to microgravity.** J Exp Biol. Vol. 204. p. 3201-3208, 2001.

GARCIA, N.M.R.G.; PILLA, V.; SALGADO, M.A.C.; MUNIM, E. **Tempo de formação dos oscelos em regenerantes de *Dugesia tigrina*: Estudo prospectivo em organismos submetidos à radiação laser.** Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D), Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), Brasil, 2006. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2006/epg/07/EPG00000565_OK.pdf>. Acesso em: 10 de set. 2014.

GARCIA-FERNÁNDEZ, J., BAGUÑÀ, J.; SALÓ, E. **Planarian homeobox genes: Cloning sequence analysis, and expression.** Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 7338-7342, 1991.

GOMES M. S.**. Desenvolvimento de uma gôndula para realização de experimentos em uma centrífuga.** Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica Tecnologia da Informação - Engenharia Biomédica, 2007.

GUECHEVA, T.N.; HENRIQUES, J.A.P.; ERDTMANN, B**. Genotoxicity effects of copper sulfate in freshwater planarian *in vivo***, studied with the single cell gel test (comet assay). Mutat. Res. 497: 19-43, 2001.

HORVAT, T.; KALAFATIÉ, M.; KOPJAR, N.; KOVACEVIC, M. **Toxicity testing of herbicide norflurazon on an aquatic bioindicator species – the planarian *Polycelis felina***. (Daly). Aquat. Toxicol. 73: 342-352, 2005.

HYMAN L.H. **The invertebrates: Platyhelminthes and Rhynchocoela.** New York: McGraw-Hill Book Company, Inc. Vol. II, 1951.

JUNIOR E. N.; BARONI B. M.; VAZ M.A. **Efeitos Do Exercício Com Vibração Corporal Total sobre o Sistema Neuromuscular: Uma Breve Revisão.** São Paulo, Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício, São Paulo, v.6, n.36, p.612-622. ISSN 1981-9900, 2012.

KARU, T.I. **Primary and secondary mechanism of an action of visible to near I-R radiation on cells. *Journal of Photochemistry and Photobiology,*** *B: Biology*, vol. 49, no. 1, p. 1-1, 1999.

KESSEL, R.G., SHIH, C.Y. **Scanning electron microscopy in biology: a student's atlas on biological organization.** New York, 1974.

LOPES, L.A.; BRUGNERA, A.J. **Aplicações do laser não-cirúrgico.** In BRUGNERA, A.J; PINHEIRO, A.L.B. (Eds.). **Lasers na odontologia moderna.** São Paulo: Pancast. p. 100-120, 1998.

MARCONDES, A.C. **Filos do Reino Animália, Filo Platelminto, Biologia-Ciência da vida, Seres vivos.** São Paulo, Editora Atual, 1994. Disponível em: <http://www.monografias.brasilescola.com/biologia/filos-reino-animalia.htm>. Acesso em 10 de agosto de 2014.

Museum of Zoology, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA, **Cell and Tissue Research 9** by Springer-Verlag. Res. 193, 35-40, 1978.

NEWMARK, P.A.; ALVARADO, A.S. **Bromodeoxyuridine Specifically Labels the Regenerative Stem Cells of Planarians**. Department of embryology, Carnegie Institution of Washington, 115 West University Parkway, Baltimore, 2000. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012160600996453>.

Acesso em 25 de outubro de 2014.

OLIVEIRA, M. S., LOPES, K. A. R., LEITE, P. M. S. C. M., MORAIS, F. V. AND CAMPOS VELHO, N. M. R. (2018). **Physiological evaluation of the behavior and epidermis of freshwater planarians (*Girardia tigrina and Girardia sp.*)** exposed to stressors. Biol. Open 7: bio029595

PEREIRA, L.M. **Avaliação *in vitro* da biomodulação de células de linhagem ondontoblástica (MDPC-23) de camundongos com laser de baixa potência.** Dissertação de Mestrado – Programa de Pós graduação em Odontologia. Área de concentração: Biologia Oral). Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, 2009.

PINTO, R.C.B. **Avaliação da capacidade regenerativa de fragmentos de duas espécies de planárias límnicas em hipergravidade.** Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Universidade do Vale do Paraíba, Programa de pós-Graduação em ciências Biológicas, São José dos Campos, 2013.

RAHMANN, H.; SLENZKA, K.; KORTJE, K.H.; HILBIG, R. **Synaptic plasticity and gravity: Ultrastructural, biochemical and physico-chemical fundamentals.** Zoological Institute University of Stuttgart-Hohenheim, D-7000 Stuttgart 70 (Hohenheim), Germany, 1992. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/027311779290265Y>

REDDIEN, P.W.; ALVARADO, A.S. **Fundamentos of Planarian Regeneration.** Annu. Ver. Cell Dev. Biol. First published online as a Review in Advance on July 2, 2004. Disponível em: <http://people.physics.illinois.edu/Selvin/PRS/498IBR/Planarian%20Regenaration_annurev.cellbio.2004.Reddien.pdf.>. Acesso em: 29 março de 2014.

RIVERA, V.R.; PERICH, M.J. **Effects of water quality on survival and reproduction of four species of planaria (Turbellaria: Tricladida).** Invertebr. Reprod. Dev. 25: 1-7, 1994.

ROMPOLAS, O.; PATEL-KING, R.S.M. **An Outer Arm Dynein Conformational Switch Is Required for Metachronal Synchrony of Motile Cilia in Planaria.** Department of Molecular, Microbial, and Structural Biology, University of Connecticut Health Center, Farmington, CT 06030-3305, 2010.

ROMPOLAS, P.; RAMILA, S.P.K.; STEPHEN, M.K. **An Outer Arm Dynein Conformational Switch Is Required for Metachronal Synchrony of Motile Cilia in Planaria.** Tim Stearns, Monitoring Editor. This article was published online ahead of print in *MBoC in Press* (http://www.molbiolcell.org/cgi/doi/10.1091/mbc.E10-04-0373), 2010. Acesso em março de 2014.

SALÓ E. **The Power of regeneration and the stem-cell kingdom: freshwater planarians (Platyhelminthes)**. BioEssays, V. 28, n.5, p. 546-559, 2006.

SEARBY, N.D.; STEELE, C. R.; GLOBUS, R.K. **Influence of increased mechanical loading by hypergravity on the microtubule cytoskeleton and prostaglandin E_2** release in primary osteoblastos. **American Journal of Physiology**. Cell PhysiologyPublished 1 July 2005 Vol. 289 no. 1, C148-C158DOI: 10.1152/ajpcell.00524, 2003.

SKINNER, S. M.; GAGE, J. P.; WILCE, P. A.; SHAW, R. M. **A preliminary study of the effects of laser radiation on collagen metabolism in cell culture.** Aust Dent J, v. 41, p. 188-92, 1996.

SMALES L.R.; BLANKESPOOR, H.D. **The Epidermis and Sensory Organs of Dugesia tigrina (Turbellaria: Tricladida): A Scanning Electron Microscope Study.** Cell Tissue Res. 1978 Oct 6;193(1):35-40. doi: 10.1007/BF00221599.

CAPÍTULO 11

MAPPING CONCEPTS ABOUT THE TAXON PRIAPULIDA FOR RESEARCH AND DIDACTIC PRODUCTION IN ZOOLOGY

Data de aceite: 04/02/2021
Data de submissão: 13/11/2020

Anne Albuquerque Filgueira
Biological Sciences undergraduate student
Federal University of Rio Grande do Norte
Natal, Rio Grande do Norte, Brazil

Elineí Araújo de Almeida
Professor Dr, Dept. of Botany and Zoology
Federal University of Rio Grande do Norte
Natal, Rio Grande do Norte, Brazil

Ruann Ramires Nunes Paiva
Biological Sciences undergraduate student
Federal University of Rio Grande do Norte
Natal, Rio Grande do Norte, Brazil

Douglas de Souza Braga Aciole
Biological Sciences undergraduate student
Federal University of Rio Grande do Norte
Natal, Rio Grande do Norte, Brazil

Roberto Lima Santos
Biologist MSc, Dept. of Botany and Zoology
Federal University of Rio Grande do Norte
Natal, Rio Grande do Norte, Brazil

Martin Lindsey Christoffersen
Professor Dr, Dept. of Systematics and Ecology
Federal University of Paraiba
João Pessoa, Paraíba, Brazil

RESUMO: Os priapulídeos são animais vermiformes de simetria bilateral, caracterizados pela presença de um introverte eversível dotado de escálides localizado anteriormente à região do pescoço, seguida por um tronco e um apêndice caudal em algumas espécies. Tendo em vista que os priapúlidos são animais pouco familiares e que o entendimento da morfologia desse táxon requer certa abstração conceitual, abordar esse grupo de animais torna-se desafiador no processo de ensino-aprendizagem. Isso posto, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver um estudo sobre o táxon Priapulida por meio da produção de mapas conceituais (MCs). Dentro de um processo de vivência para o exercício da docência no ensino superior, envolvendo interações colaborativas mediadas pela escrita e por encontros presenciais dialógicos, foram possibilitados momentos de pesquisa e aprofundamentos de conteúdos sobre o esse táxon. Assim sendo, o mapa conceitual recebeu frequentes revisões pelos autores até atingir a versão aqui apresentada. Enquanto elemento de pesquisa constituiu uma vivência de aprendizado na práxis da pesquisa científica e, como produto gráfico, contribuiu para instrumentalizar didaticamente uma síntese informativa sobre o táxon Priapulida para retomar conteúdos e para prover referência para raciocínios semelhantes a serem efetivados em situações de elaboração de MCs sobre outros táxons animais.

PALAVRAS - CHAVE: Aprendizagem dinâmica; Divulgação da biodiversidade; Fauna negligenciada; Mapa conceitual; Educação ambiental

MAPAS CONCEITUAIS SOBRE O TÁXON PRIAPULIDA PARA PESQUISA E PRODUÇÃO DIDÁTICA EM ZOOLOGIA

ABSTRACT: Priapulans are bilateral vermiform animals, whose body is composed of neck region followed by a trunk, and a caudal apêndix in some species. The taxon Priapulida or Priapula is characerized also by the presence of an evertible introvert covered with scalids. Considering that specimens of priapulans are not familiar animals and that the understanding of a taxon´s morphology requires a certain conceptual abstraction, this animal group becomes challenging in the teaching-learning process. Taking in account the relevance of the Priapulida for the understanding of metazoan ´phylogeny, the objective of the work was to develop a study on the Priapulida mediated by the production of concept maps (CMs) as dynamics learning tools. The concept map was elaborated in a joint effort involving both undergraduate students and professional biologists involved in teaching invertebrate zoology; the concept maps were updated periodically up to the version published herein. The CM-Priapulida, as a synthesis on these little-known marine invertebrates, represents both the result of research and a didactic product which might become a reference for concept mapping other animal taxa.

KEYWORDS: Dynamic learning; Disclosing biodiversity; Neglected fauna; Concept map; Environmental education

1 I INTRODUCTION

Priapulids or priapulans are endobenthic burrowing marine invertebrates ranging from macroscopic to millimetric sizes; these metazoans have a cylindrical body composed of an introvert, a neck, a trunk or abdomen often covered with scalids which are specialized triradial spine-like structures with sensory or locomotion functions (SCHMIDT-RHAESA, 2013; GIRIBET; EDGECOMBE, 2020). The introvert or proboscis is an eversible feeding apparatus covered with scalids and is located anteriorly to the neck or trunk; some species feature one or more post-anal caudal appendages or tails extending from the trunk (VAN DER LAND, 1970; WILLS et al., 2012; STORCH; 1991; SCHMIDT-RHAESA, 2013; BRUSCA, MOORE; SHUSTER, 2016; GIRIBET; EDGECOMBE, 2020). The term Priapulida or Priapula derives from “Priapos” (Πρῐ́ᾱπος, in ancient greek), the god of fertility and procreation in greek mythology (Van der Land, 1970).

Priapulans represent an example of biodisparity among metazoans with its unique, conservative *Bauplan*, which, according to fossil evidence, dates back to the Cambrian (WILLS et al. 2012; SCHMIDT-RHAESA, 2013; MA E AL., 2014; LIU ET AL 2014; DELINE et al. 2018). Liu et al (2014) highlight the evolutionary significance o Priapulida and state that priapulans *“can provide a model to understand the morphology, ecology, and developmental biology of ancestral ecdysozoans”*. Living endobenthic, large-sized macropriapulids (e.g. Priapulidae and Halycriptidae) may be relevant as predators and agents of sediment disturbance in benthic habitats, whereas micropriapulids (e.g. Tubiluchidae, Chaetostephanidae, and Meiopriapulidae) function as predators and bacterial

film grazers in meiofaunal communities (POR, 1983; SALWINI-PLAWEN, 1974; AARNIO et al, 1998; GIERE, 2008; SCHMIDT-RHAESA, 2013). Priapulans have been recorded from marine benthic substrates in cold, subtropical, and tropical areas, from intertidal to bathyal and abyssal depths (SANDERS; HESSLER, 1962; VAN DER LAND, 1970; SCHMIDT-RHAESA, 2013).

Currently, there are 19 recognized extant priapulid species classified in seven genera (SCHMIDT-RHAESA, 2013; GIRIBET; EDGECOMBE, 2020). Discussions about the taxon Priapulida in Zoology textbooks by Westheide and Rieger (2013), Brusca, Moore, and Shuster (2016, 2018), and Teixeira and Aguiar (2016) mention only three distinct families: Priapulidae, Maccabeidae, and Tubiluchidae. However, Schmidt-Rhaesa (2013) in a comprehensive treatment of Priapulida, and based on Adrianov and Malakhov (1996), recognizes the following families with their respective genera indicated parenthetically: Priapulidae (*Acanthopriapulus, Priapulopsis, Priapulus*), Halicryptidae (*Halicryptus*), Tubiluchidae (*Tubiluchus*), Meiopriapulidae (*Meiopriapulus*), and Chaetostephanidae (*Maccabeus*). This classification scheme is endorsed by Giribet and Edgecombe (2020).

According to Todaro (2008) (citing Adrianov and Malakhov, 1996) and Neuhaus 2020, the current suprafamilial classification of Priapulida comprises the orders Priapulomorpha (encompassing Priapulidae, and Tubiluchidae), Halicryptomorpha (Halicryptidae), Meiopriapulomorpha (Meiopriapulidae), and Seticoronaria (Chaetostephanidae=Maccabeidae). Por (1983) concluded that the members of the Seticoronaria show plesiomorphic character states reminiscent of Cambrian Priapulida, such as sedentary lifestyle and food trapping tentacles, while the Priapulomorpha is interpreted as the most derived taxon.

Van der Land (1970) mentions that the first description of a large priapulan is credited to Odhelius in 1754, who considered it a sea anemone and named the species *Priapus humanus*; a designation also adopted by Linnaeus (1758); later, Linnaeus (1767) interpreted it as a sea cucumber and designated the species *Holothuria priapus*, and Lamarck (1816) renamed it *Priapulus caudatus*. Acknowledging the distinctness of priapulans, De Blainville (1826) proposed the group “Subactinozoaires” to accommodate them (Van der Land, 1970). According to Van der Land (1970) and Schmidt-Rhaesa (2013), priapulans were also considered related to sipunculids and echiurids and assigned to the taxon Gephyrea (DE QUATREFAGES, 1847). Hyman (1951) placed Priapulida in the Aschelminthes and remarked on its relationship with the Kinorhyncha. Currently, the Priapulida or Priapula is posited in the taxon Scalidophora, which is subsumed in the taxon Ecdysozoa (SCHMIDT-RHAESA, 2013; TEIXEIRA; AGUIAR, 2016; GIRIBET; EDGECOMBE, 2020). As per Schmidt-Rhaesa (2013), and Giribet and Edgecombe (2020), priapulans are related to Kinorhyncha and Loricifera, which also have a scalid-covered introvert. Phylogenetic analyses based on molecular and morphological data corroborate the hypothesis that priapulids are closely related to Kinorhyncha (BRUSCA; MOORE; SHUSTER, 2016, 2018).

Although relevant from an evolutionary perspective, information on Priapulida is little explored in the undergraduate Zoology teaching-learning path. In this respect, Di Domenico et al. (2015) and Araújo-de-Almeida et al. (2011) remark that even small metazoan lineages are important for understanding biological evolution and ecological interactions and therefore represent relevant study objects. Marinho et al. (2012) mention that there are many challenges for the study of biological diversity in the classroom, especially regarding unfamiliar, hard to find invertebrate taxa which need to be understood only from the information gleaned from textbooks and the specialized literature and thus need to be abstractly conceptualized by the student.

According to Moreira and Masini (1982), when themes are very complex, to reach the necessary level of understanding, the teacher should explore the contents and information using strategies and instruments of meaningful teaching methods, including concept maps. Concept maps (CMs), dealing with groups of invertebrate animals and cladistics, have been used as a means of promoting learning in undergraduate Zoology classes (ARAÚJO-DE-ALMEIDA; SANTOS, 2018; ARAÚJO DE ALMEIDA et al., 2019a,b, 2020; BEZERRA et al., 2019; DIAS DA SILVA, 2018, 2019; XAVIER et al. 2020; ACIOLE et al. 2020). As advocated by Novak and Gowin (1984, 1996), Novak and Cañas (2008, 2010) concept mapping is an active methodology that allows the student to overcome learning difficulties. Those devices are also a cognitive tool to be used in various situations of teaching-learning, especially when the contents to be learned are difficult to grasp or cover a large number of concepts.

Based on David Ausubel's theory of meaningful learning (AUSUBEL, 2003), concept maps are relevant to organize and represent knowledge, because according to Novak (2006), they express, through explanatory propositions or enunciations, the connections established between key ideas, thus facilitating the acquisition and knowledge retention. In the case of a diagrammatic representation, they help make ideas and information explicit, especially when the concepts are organized hierarchically, logically interconnected and significantly representing the understanding structure of the learner (NOVAK; CAÑAS, 2008, 2010; APODACA et al. 2019; ARAÚJO-DE-ALMEIDA et al. 2020).

Moreira (2013) points out that a concept map can be very useful to clarify topics presented in books and scientific texts and expose how they relate to each other. Cañas, Reiska, and Möllits (2017) emphasize that concept maps help in the search of higher cognitive levels and are useful to explain complicated subjects, and to assess understanding in the teaching-learning path; they are recommended as activities to be carried out to organize information and to obtain new knowledge. Given this context, the present work aims to expose the construction of a concept map as an element of research and as a didactic product, focusing on the morphological, ecological, taxonomic, and phylogenetic characteristics of the taxon Priapulida.

2 I METHODOLOGY

The construction of concept maps is part of the Zoology teaching project "Concept mapping in the process of learning themes in Zoology", which is geared towards undergraduate students in Biological Sciences and Ecology at the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN, Natal campus, Brazil). The software CmapTools (IHMC, 2018) was used to organize concepts answering the focal question: "Which taxonomic, ecological, and morphological aspects characterize the Priapulida and its subtaxa?" The authors then proceeded to survey the literature for contents that fulfilled the focus question. The information concerning priapulan morphology, ecology, biology, and taxonomy was obtained from Van der Land (1970), Schmidt-Rhaesa (2013), Brusca, Moore, and Shuster (2016, 2018), and Giribet and Edgecombe (2020).

Following the recommendations of Correia and Aguiar (2017, p.72), the authors used verb-mediated linking terms to connect the initial and final concepts in order to accurately expound the propositions. The search for information related to the understanding of the concept mapping technique involved evaluative interactions aimed at training students for the elaboration of concept maps on the characterization of the taxon Priapulida, and also served as an exercise in scientific writing as the students described their experience.

The students obtained insights on concept mapping topics in zoology from the didactic product developed by Dias-da-Silva and Araújo-de-Almeida (2018), which explains the concept mapping technique following theoretical frameworks discussed in Novak and Gowin (1984, 1996), Novak (2010), Novak and Cañas (2008, 2010), Moreira (2010, 2011, 2013), Aguilar Tamayo, (2012), Aguiar and Correia (2013), Åhlberg (2013), Kinchin (2014), Agudelo and Salinas (2015), Correia et al. (2016), Aguiar and Correia, (2017), Correia and Aguiar (2017), and Cañas and Reiska (2018).

The narrative style followed Kinchin et al. (2018), by evidencing the participation of the authors in the process of reviewing and updating the concept map until it reached the version presented herein. The criteria used to assemble the concept map on Priapulida followed guidelines presented in Cañas, Novak, and Reiska (2015) (Figure 1). A concept map dealing with the taxon Nematomorpha (Fig. 2) was made available to the students as a reference to guide the construction of the concept map on Priapulida.

Figure 1: Methodological guidance for the elaboration of a good concept map.

Source: Modified from Xavier et al. (2020), based on Cañas, Novak, and Reiska (2015,p. 8). Background illustration of priapulan was obtained from https://www.researchgate.net/ figure/ Reconstruction-of-Eximipriapulus-globocaudatus-Scale-bar143-mm_fig6_261308096. (Retrieved on 29-oct-2019).
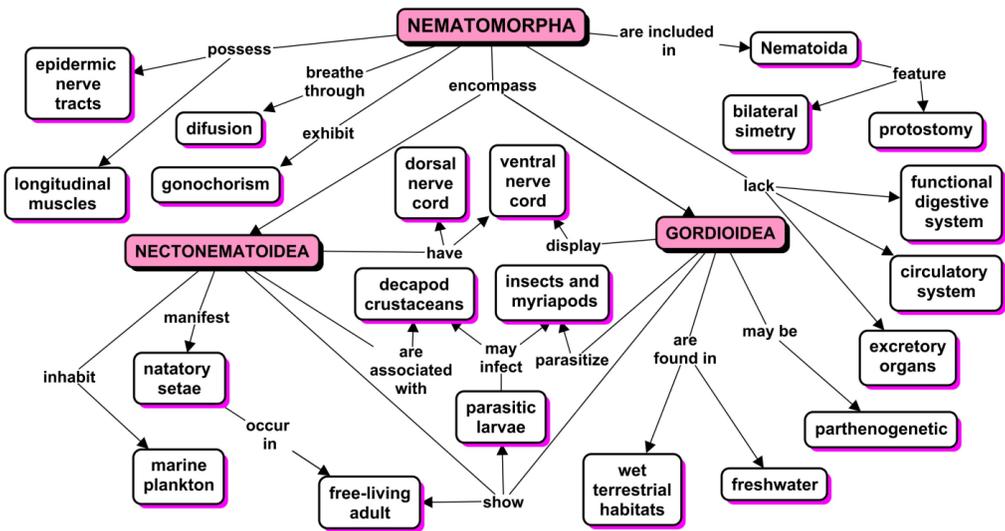
Figure 2. Concept map about Nematomorpha answering the focal question "Which morphological and taxonomical aspects characterize nematomorphs?

Source: Adapted from Araújo-de-Almeida and Santos (2018).

3 I RESULTS AND DISCUSSION

The research in the literature resulted in the concept map depicted in figure 3. Following Frank (2008), for grammatical reasons, all category terms above genus and species were considered plural. The taxonomic arrangement of Priapulida followed Schmidt-Rhaesa (2013). Concept maps should be read as a set of propositions; each proposition is a clause comprising an initial concept (Ci) and a final concept (Cf) linked by a verb-facilitated connective (i.e. Ci + connective +Cf). In the case of CM-Priapulida (Fig. 3), these propositions can be exemplified thus: Priapulida are endobenthic organisms; Priapulida are marine; Priapulomorpha encompass Tubiluchidae, and so forth. Altogether the propositions in a concept map compose a narrative answering the proposed focus question. The descriptions for each recognized family of Priapulida are organized synthetically in the concept map, thus allowing a panoramic overview of its characteristics.

ARAÚJO DE ALMEIDA et al (2020) observed that plotting taxonomic information onto a concept map may highlight peculiarities and conflicts in taxonomic classification schemes. These incongruencies in taxonomy evidenced in concept maps, may be overlooked by reading only the textual descriptions. In the case in hand, the concept map on Priapulida shows that the members of Priapulomorpha (i.e Tubiluchidae and Priapulidae) share a unique character, e.g. the presence of a caudal appendage, however, Tubiluchidae also has characteristics in common with members of different taxa such as Chaetostephanidae (Seticoronaria) and Meiopriapulidae (Meiopriapulomorpha), whereas Priapulidae shares character states with Halicryptidae (Halicryptomorpha); this character distribution may raise questions about character homology and polarity, and indicate that these taxa may not be monophyletic, underscoring the need for further investigations concerning their phylogenetic status. Such conflicting character distributions can be given prominence on a concept map and may eventually foster discussions about character homology, as well as taxonomical and phylogenetic issues regarding the taxa depicted in the CM.

The structure of the CM-PRIAPULIDA followed Moreira (2006) who reiterated that the most general and inclusive concepts should appear at the very top of the map. Continuing the concept differentiation, from top to bottom on the vertical axis, other concepts appear in descending order of generality and inclusiveness until the more specific concepts or examples, which were placed at the lower part of the concept map. It is important to emphasize that the concept maps proposed herein reflect scientific knowledge, therefore they should be periodically updated based on the new information available.

Figure 3. Concept map “CM-Priapulida” answering the focus question: “Which taxonomic, ecological, and morphological aspects characterize the Priapulida and its subtaxa?”

Source: the authors, present article.

4 I FINAL CONSIDERATIONS

Concept maps are not only a powerful tool for capturing, representing, and archiving individual knowledge but also an important tool for creating new knowledge in a meaningful learning framework (NOVAK; CAÑAS, 2008, 2010). Meaningful learning is based on the assumption that learning new things is easier when previous concepts are available in the individual’s cognitive structure, which acts as anchor points (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993).

‘ In this sense, the elaboration of the concept map on Priapulida, emphasizing their physiological, morphological, ecological, and taxonomic aspects explore this taxon´s particularities and place them in the evolutionary context of Metazoa. The concept map about the taxon Priapulida graphically enhances this taxon´s characteristics and allows students and teachers to interact more dynamically with the contents covered in zoology textbooks and the specialized literature, promoting the curiosity to learn more about this unfamiliar and paucispecific animal group.

As a tool to graphically organize the knowledge on a research topic, the concept map helps bridge an information gap between academic teaching and the students: themes that were previously removed from the students' reality may gain meaningful relationships, as they are progressively involved with the student's previous meanings.

In the context of zoology teaching, the elaboration of concept maps about little-known animal taxa coupled with the writing of an experience report by the students represents an opportunity to promote the understanding of the concept mapping technique along with scientific writing skills which may prove useful in other professional endeavors other than Zoology itself (ARAÚJO-DE-ALMEIDA, 2019b).

Furthermore, concept maps based on pertinent focus questions are visual aids encompassing a panorama of organized information, and may also function as vehicles to divulge knowledge regarding biological diversity and conservation, thus helping comply with article 13 of the Convention on Biological Diversity (BEZERRA et al. 2019; ACIOLE et al. 2020; ARAÚJO-DE-ALMEIDA et al. 2020; XAVIER et al. 2020).

5 I ACKNOWLEDGMENTS

The authors acknowledge UFRN for supporting the Teaching Project "Concept mapping in the process of learning themes in Zoology" (Prograd/UFRN), supervised by Prof. Dr. Elinei Araújo-de-Almeida. Furthermore, Dr. Araújo-de-Almeida is grateful for the opportunity to discuss the present article with Prof. Dr. Martin L. Christoffersen (UFPB), her supervisor during a period of professional training. UFRN also provided opportunities for collaboration with staff biologist Roberto L. Santos. The authors also thank the Zoology classroom monitors Jéssica L. de Freitas, Leonardo P. de França, and Thiago Jesus da S. Xavier, as well as the Ecology undergraduate students Lourdes Milagros M. Villavicencio (MSc), and Raysa Gabriely R. Fernandes, who participated in the project meetings and were involved in concept mapping tasks during Invertebrate Zoology classes. The present article is a revised and updated version of Filgueiras et al. (2019). The authors are grateful for the support and guidance provided by UFRN during the COVID-19 outbreak.

REFERENCES

AARNIO, K. BONSDORFF, E.; NORKKO, A. Role of *Halicryptus spinulosus* (Priapulida) in structuring meiofauna and settling macrofauna. **Marine Ecology Progress Series.** 163: 145. 1998.

ACIOLE,D.S.B.;ARAÚJO-DE-ALMEIDA,E.;SANTOS,R.L.;CHRISTOFFERSEN, M.L. Exploring concept maps to understand morphological and taxonomical aspects in Entoprocta. In: SILVA, A.J.N. (Org**.). Educação**: Atualidade e capacidade de transformação do conhecimento gerado. 1 ed. Ponta Grossa: Atena Editora, v.1, p. 249-262. 2020,

ADRIANOV, A. V.; MALAKHOV, V. V. The phylogeny, classification, and zoogeography of the class Priapulida. II. Revision of the family Priapulidae and zoogeography of priapulids. **Zoosystematica Rossica**. v.5, p. 1–6. 1996.

AGUDELO, O. L.; SALINAS, J. Flexible learning itineraries based on conceptual maps. **New Approaches in Educational Research**. v. 4, n. 2, p. 70-76, 2015.

AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 2, p. 141-157, 2013.

AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. From representing to modeling knowledge: proposing a two-step training for excellence in concept mapping. **Knowledge Management & E-learning**, v. 9, n. 3, p. 366–379, 2017.

ÅHLBERG, M. Concept mapping as an empowering method to promote learning, thinking, teaching, and research. **Journal for Educators, Teachers, and Trainers**. v. 4, n. 1, p.26-35, 2013.

APODACA, M. J. et al. A concept map of evolutionary biology to promote meaningful learning in biology. **The American Biology Teacher**, v. 81, n. 2, p. 79-87, 2019.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.; CHRISTOFFERSEN, M. L.; SANTOS, R. L.; DE ASSIS, J. E. AMORIM, D. S., Invertebrados negligenciados: implicações sobre a compreensão da diversidade e filogenia dos Metazoa. In: ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. (Org.). **Ensino de zoologia**: ensaios metadisciplinares. João Pessoa: EdUFPB, p.135-156. 2011

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.; SANTOS, R. L. Concept maps to promote learning in zoology. In: CAÑAS, A. J. et al. (Eds.). **Concept mapping: Renewing learning and thinking.** Proceedings of the 8th International Conference on Concept Mapping. Medellín, Colombia, p. 318-322, 2018.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.; SANTOS, R. L.; BATISTA, R. P. L; DE ASSIS, J. E.; ARAÚJO, J. P.; CHRISTOFFERSEN, M. L. Termos filogenéticos contidos em publicações de cunho pedagógico e mapeamento dos conceitos relacionados, **Brazilian Journal of Development,** v. 5, n. 7, p. 9524-9545, 2019a.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. A.; SANTOS, R. L.; DIAS-DA-SILVA, C. D.; MELO, G. S. M.; ARAÚJO, R. G. Inovações didáticas no ensino de zoologia: enfoques sobre a elaboração e comunicação de relatos de experiências como atividades de aprendizagem.**Brazil. Journal of Development.** v. 5,p.6699–6718. 2019b.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. A.; ACIOLE, D.G.; XAVIER, T.J.S.; FILGUEIRA, A.A.; PAIVA, R.R.N.; SANTOS, R. L. Elaboração e aprimoramento de mapas conceituais sobre táxons zoológicos. **Brazilian Journal of Development.**. v.6, p.83651 - 83672, 2020.

AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge**: a cognitive view. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003.

BEZERRA,J.P.;SANTOS,R.L; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. CHRISTOFFERSEN, M. L. Concept maps on the Acanthocephala: expanding possibilities for learning and divulging knowledge about animal diversity. In: OLIVEIRA JUNIOR, J. M. B.;CALVÃO, L. B. (Org.). **Tópicos Integrados de Zoologia**. 1ed Ponta Grossa: Atena Editora. v. 1, p. 88-100. 2019

BLAINVILLE , H . M . D. D E. Priapule. In : **Dictionnaire des Sciences naturelles**. 43 :288-291. 1826.

BRUSCA, R. C.; MOORE, W.; SHUSTER, S. M. **Invertebrates**. 3ed Sunderland: Sinauer Associates, Inc., 2016.

BRUSCA, R. C.; MOORE, W.; SHUSTER, S. M. **Invertebrados**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; REISKA, P. How good is my concept map? Am I a good Cmapper? **Knowledge Management & E-Learning (KM&EL),** v. 7, n. 1, 6-19, 2015.

CAÑAS, A. J., REISKA, P.; MÖLLITS, A. Developing higher-order thinking skills with concept mapping: A case of pedagogic frailty. **Knowledge Management & E-Learning: An International Journal (KM&EL***). v. 9, n.*3,p.348-365. 2017.

CAÑAS, A. S.; REISKA, P. What are my student learning when they concept map? In: CAÑAS, A. J. et al. (Eds.). **Concept Mapping: Renewing Learning and Thinking.** Proceedings of the 8th International Conference on Concept Mapping. Medellín, Colombia, p. 289-299, 2018.

CORREIA, P. R. M.; AGUIAR, J. G. Avaliação da proficiência em mapeamento conceitual a partir da análise estrutural da rede proposicional. **Ciência e Educação.** v. 23, n. 1, p. 71-90, 2017.

CORREIA, P. R. M.; AGUIAR, J. G.; ANDERSON D. VIANA, A. D.; CABRAL, G. C. P. Por que vale a pena usar mapas conceituais no ensino superior? **Revista de Graduação**, USP, v. 1, n. 1, p. 41-51, 2016.

DE QUATREFAGES, A. Etudes sur les types inférieurs de l'embranchement des Annelés. Mémoire sur l'Echiure de Gaertner (*Echiurus gaertnerii* Nob.). **Annales des sciences naturelles, Paris, 3rd Series, Zoologie**. 7: 307-343, plate 6. 1847.

DELINE, B.;GREENWOOD B, J.G.; CLARK, J.W.; PUTTICK, M.N.; PETERSON, K.J.; DONOGHUE, P.C.J. Evolution of metazoan morphological disparity. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**. 115(38): E8909-E8918. 2018.

Di DOMENICO, M; GARRAFFONI, A. R. S.; GALLUCCI, F.; FONSECA, G. Como metazoários pequenos fornecem pistas para perguntas de larga escala. **Boletim da Sociedade Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 37, n. 114, p. 3-5, 2015.

DIAS-DA-SILVA, C. D.; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. **Sugestões didáticas para exploração de mapas conceituais na formação pedagógica:** evidenciando conteúdos biológicos. Produtos educacionais do PPGECNM, 2018. Available at www.dropbox.com/s/qr55ol8ht5d130j/produto%20educacional%20%20Cl%C3%A9cio%20Danilo.pdf?dl=0>. Retrieved in 14. Sept. 2019.

DIAS-DA-SILVA, C. D.; SANTOS, R.L.; D´OLIVEIRA, R. G.; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. A. Motivações de estudantes para aprendizagem em zoologia por meio de mapas conceituais. **Brazilian Journal of Development**. v.5, p.26715 - 26730, 2019.

FILGUEIRA A. A.; PAIVA, R. R. N.; SANTOS, R. L; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. A. Mapeando conceitos sobre o grupo priapulida como elemento de pesquisa e produção didática. **Anais do I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade e III Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido**. Campina Grande (PB): Editora Realize,. v.1. p.1 – 11. 2019

FRANK, J.H. Scientific names and other words from latin and greek. In: CAPINERA,J.L.(eds). **Encyclopedia of Entomology**. Dordrecht: Springer. p.3300-3303. 2008.

GIERE, O. **Meiobenthology**. 2 ed. Berlin: Springer. 2008.

GIRIBET, G.; EDGECOMBE, G. **The invertebrate tree of life**. Princeton: Princeton University Press. 2020.

HYMAN, L. H. **The invertebrates** vol 3: Acanthocephala, Aschelminthes, and Entoprocta. The pseudocoelomate Bilateria. New York: McGraw-Hill. 1951.

INSTITUTE FOR HUMAN AND MACHINE COGNITION. *CmapTools*. Available at <https://cmapcloud.ihmc.us/ >. Retrieved in 20. Jun. 2019.

KINCHIN, I. M. Concept mapping as a learning tool in higher education: a critical analysis of recent reviews. **The Journal of Continuing Higher Education**, v. 62, n. 1, p. 39–49, 2014.

KINCHIN, I. M.; HERON, M.; HOSEIN, A.; LYGO-BAKER, S.; MEDLAND, E.; MORLEY, D.; WINSTONE, N. Researcher-led academic development. **Journal for Academic Development**, v. 23, n. 4, p. 339-354, 2018.

LAMARCK , J.B.D.E. **Histoire naturelle des animaux sans vertébrés**. v.3, p. 1-586. 1816.

LINNAEUS, C. **Systema naturae**. 10 ed. p.1-824. 1758.

LINNAEUS, C. **Systema Naturæ.** Laurentii Salvii, Holmiae, 1327. 1767.

LIU, Y.; XIAO, S.; SHAO, T.; BROCE, J.; ZHANG, H. The oldest known priapulid-like scalidophoran animal and its implications for the early evolution of cycloneuralians and ecdysozoans”. **Evolution & Development**. v.16, n.3, p. 155–65. 2014.

MA, X.; ALDRIDGE, R. J.; SIVETER, D. J.; SIVETER, D. J.; HOU, X.; EDGECOMBE, G. D. A new exceptionally preserved cambrian priapulid from the Chengjiang Lagerstätte. **Journal of Paleontology**, v. 88, n. 2, p. 371-384, 2014.

MARINHO, P. H. D.; PALMA, G. S.; CARVALHO, R. M.; SANTOS, A. B. P.; MEDEIROS, V. B.; SOUZA, A. C.; GOIS, V. E.; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.; Construção de abordagem lúdica e inovadora para aprendizagem do táxon Syndermata: o potencial de uma simulação telejornalística. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia** (SBEnBio), v. 5, p. 1-7, 2012.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. **Ciência e Cultura**, v. 32, n. 4, p. 474-479, 2010.

MOREIRA, A. M. Why concepts, why meaningful learning, why collaborative activities and why concept maps? **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 3, p. 1-11, 2011.

MOREIRA, M. A. Aprendizaje significativo en mapas conceptuales. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 3, n. 2, p. 35-76, 2013.

MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem**: os mapas conceituais e o Vê epistemológico**.** Lisboa: Plátano Edições, 1993.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

NEUHAUS, B. Priapulida. Available at World Register of Marine Species (WORMS). 2020. Available at http://www.marinespecies.org/ aphia.php? p=taxdetails&id=101063. Retrieved in 15-jul-2020.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The Theory underlying concept maps and how to construct and use them. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008. Available at http://cmap.ihmc.us/docs/pdf/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf Retrieved in 28.oct. 2020.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Learning how to learn**. New York, NY: Cambridge University Press, 1984.

POR, F. D. Class Seticoronaria and phylogeny of the phylum Priapulida. **Zoologica Scripta**. v.12, n.4, p.267–272. 1983.

SALVINI-PLAWEN, L. Zur Morphologie und Systematik der Priapulida: *Chaetostephanus praeposteriens*, der Vertreter einer neuen Ordnung Seticoronaria. **Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung**. v.12, n.1, p.31-54. 1974

SANDERS, H.L.; HESSLER, R.R. *Priapulus atlantisi* and *Priapulus profundus*. Two new species of Priapulids from bathyal and abyssal depth of the North Atlantic. **Deep Sea Research**. v. 9, p.25–130. 1962.

SCHMIDT-RHAESA, A. Nematomorpha, Priapulida, Kinorhyncha, Loricifera. In: SCHMIDT-RHAESA, A. (Ed). **Handbook of Zoology vol. 1.** Berlin: Walter de Gruyter. p.147-179. 2013.

STORCH V. Priapulida. In: HARRISON F.W. AND RUPPERT E.E. (eds), **Microscopic anatomy of invertebrates. Vol. 4**: Aschelminthes. New York: Wiley-Liss. p. 333-350. 1991.

TEIXEIRA, G. M.; AGUIAR, A. Scalidophora. In: FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. (Orgs.). **Zoologia dos invertebrados**. Rio de Janeiro: Roca, 2016.

TODARO, A. Priapulida. Biologia marina mediterranea. v.15 (sup), p.173-176. 2008.

VAN DER LAND, J. Systematics, zoogeography, and ecology of
the Priapulida. **Zoologische Verhandelingen**. v. 112, p.1–118. 1970.

WESTHEIDE, W.; RIEGER, G. (Org.). **Spezielle Zoologie**. Berlin: Springer-Spekrum. 2013.

WILLS, M.A.; GERBER, S., M. RUTA, M.; HUGHES, M. The disparity of priapulid, archaeopriapulid, and palaeoscolecid worms in the light of new data. **Journal of Evolutionary Biology**. n.2 5, p.2056 – 2076. 2012.

XAVIER,T.J.S.; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.;SANTOS,R.L.;CHRISTOFFERSEN, M.L. Report on a learning experience regarding mapping of descriptive concepts about Tardigrada. In: MENDES, L. N. (Org.). **Proficiência no Conhecimento Zoológico**.1ed. Ponta Grossa: Editora Atena. p.115-127. 2020.

CAPÍTULO 12

BIOTANATOLOGIA: AÇÃO DOS FENÔMENOS CADAVÉRICOS DE FAUNA E FLORA OBSERVADOS EM CARCAÇA DE SUINO *SUS SCROFA* LINNAEUS (SUIDAE) ORIUNDOS DE ÁREA SILVESTRE NA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL

Data de aceite: 04/02/2021

Diniz Pereira Leite Júnior
Universidade de São Paulo (USP),
São Paulo-SP, Brasil.
Universidade Federal de Mato Grosso
(UFMT) – Cuiabá, MT, Brasil.

Elisangela Santana de Oliveira Dantas
Universidade do Estado de São Paulo
"Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)
Rio Claro, SP, Brasil.
Universidade Federal de Mato Grosso
(UFMT) – Cuiabá, MT, Brasil.

Diana Costa Nascimento
Universidade Paulista (UNIP),
Campinas-SP, Brasil.

Heitor Simões Dutra Correa
Identificação Técnica do Estado de Mato
Grosso (POLITEC)
Cuiabá, MT, Brazil.

Paulo Anselmo Nunes Felippe
Universidade de Campinas (UNICAMP),
Campinas-SP, Brasil.
Secretaria do Verde e Meio Ambiente e
Desenvolvimento Sustentável de Campinas,
Prefeitura de Campinas, Campinas-SP, Brasil.

Rodrigo Antônio Araújo Pires
Secretaria do Verde e Meio Ambiente e
Desenvolvimento Sustentável de Campinas,
Prefeitura de Campinas, Campinas-SP, Brasil.

Luciana da Silva Ruiz
Laboratório de Micologia, Instituto Adolfo Lutz
(IAL), Bauru-SP, Brasil.

Márcia de Souza Carvalho Melhem
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
(UFMS), Campo Grande, MS; Brazil.

Claudete Rodrigues Paula
Universidade de São Paulo (USP),
São Paulo-SP, Brasil.

RESUMO: A decomposição é o processo de degradação de um cadáver em seus respectivos constituintes básicos por ação de agentes biológicos (microrganismos e artrópodes) e abióticos (condições climáticas). As mudanças post mortem podem ser organizadas nas interações que antecedem a morte (livor, algor e rigor mortis) e fases de putrefação do cadáver. Estas alterações funcionam como indicadores adequados para a determinação do intervalo post mortem (IPM). Neste trabalho, foram coletadas amostras e observadas a ação dos agentes biológicos (insetos e fungos) na fase de putrefação em modelo experimental *Sus scrofa.* Foram coletados 5.009 espécimes de insetos, em três ordens, 15 famílias, 22 subfamília, 39 gêneros e 47 espécies. Diptera foi o grupo mais representativo, com 2.848 indivíduos (56,9%), seguidos de Hymenoptera com 1.628 (32,5%) e Coleoptera com 533 (10,6%). Os dípteros estiveram presentes em todas as fases de decomposição cadavérica, sendo período de fermentação butírica (26,6%) mais relevante. Hymenopteros também estiveram presentes

nas fase de fermentação butírica (15,8%) e os coleópteros na fase final decomposição (7,8%). Em relação aos fungos, foram isolados 223 espécimens, dentre os filamentosos identificados foram observado à presença de quatro ordens: Eurotiales (44,4%), Mucorales (14,8%), Hypocreales (8,1%) com destaque para a espécie *Aspergillus terreus*. Nos fungos leveduriformes isolou-se as ordens Saccharomycetales (9,9%) com representantes do gênero Candida, Rodothorula e Pichia e os Tremellales (1,3%) com representantes do gênero Trichosporon. Estas entidades microbiológicas foram coletadas durante todas as fases dos fenômenos cadavéricos, com destaque para o número de UFC's nos períodos de decomposição ativa (26%) e a pele (22,4%) o sitio anatômico com maior número de isolamento seguido pelas mucosas genital e perianal (17,5%) respectivamente. O estudo que envolve a biota cadavérica é de extrema importância como ferramenta de elucidação. A micologia forense é um campo rico em informações e os fungos podem interagir e fornecer informações, no auxílio ao estudo do tempo de morte envolvendo casos periciais.
PALAVRAS - CHAVE: Tanatologia, Entomologia forense, Micologia Forense, Microbiota cadavérica, Fauna e Flora.

ABSTRACT: Decomposition is the process of degradation of a cadaver in its respective basic constituents by the action of biological agents (microorganisms and arthropods) and abiotic (climatic conditions). Post mortem changes can be organized in interactions leading up to death (livor, algor and rigor mortis) and stages of putrefaction of the corpse. These changes act as appropriate indicators for the determination of the post mortem interval (MPI). In this work, samples were collected and the action of biological agents (insects and fungi) was observed in the putrefaction phase in an experimental model Sus scrofa. We collected 5,009 insect specimens in three orders, 15 families, 22 subfamilies, 39 genera and 47 species. Diptera was the most representative group, with 2,848 individuals (56.9%), followed by Hymenoptera with 1,628 (32.5%) and Coleoptera with 533 (10.6%). Dipterans were present in all phases of cadaveric decomposition, being a period of butyric fermentation (26.6%) more relevant. Hymenopteros were also present in the butyric fermentation phase (15.8%) and coleopterans in the final phase decomposition (7.8%). Regarding fungi, 223 specimens were isolated, among the filamentous identified were observed in the presence of four orders: Eurotiales (44.4%), Mucorales (14.8%), Hypocreales (8.1%) highlighting the species Aspergillus terreus. Saccharomycetales (9.9%) with representatives of the genus Candida, Rodothorula and Pichia and the Tremellales (1.3%) representatives of the genus Trichosporon. These microbiological entities were collected during all phases of cadaveric phenomena, with emphasis on the number of CFU's in the periods of active decomposition (26%) and the skin (22.4%) the anatomical site with the highest number of isolation followed by the genital and perianal mucosa (17.5%) Respectively. The study involving cadaveric biota is extremely important as a tool for elucidation. Forensic mycology is a field rich in information and fungi can interact and provide information, in aid of the study of time of death involving forensic cases.
KEYWORDS: Tanatology, Forensic Entomology, Forensic Mycology, Cadaveric Microbiota, Fauna and Flora.

1 I INTRODUÇÃO

Os fenômenos cadavéricos são o conjunto de transformações pelas quais passa o corpo humano após a morte. A determinação do tempo transcorrido entre a cessação das funções vitais e a análise pericial – o intervalo *post mortem* não é tarefa de deliberação simples, devido ao resfriamento, desidratação e a ação das condições climáticas e biológicas (WOELFERT, 2003).

Após instalar-se a morte no corpo; iniciam diversas sequências de transformações cadavéricas, onde os processos de decomposição classificam em mecanismos físicos, químicos e biológicos. De acordo com Hercules (2008); Paczkowski & Schütz (2011) e França (2012); os de ordem física é a desidratação, o resfriamento do corpo e os livores hipostáticos. Já os de ordem química, é a autólise, a rigidez muscular, a putrefação, a maceração e ainda os processos conservadores do cadáver: a mumificação, a saponificação (adipocera) e a calcificação constituem esses fenômenos.

Por outro lado, os fenômenos cadavéricos transformativos são classificados em fenômenos conservadores e os fenômenos destrutivos. Os fenômenos abióticos ocorrem sem a interferência de agentes biológicos, enquanto nos transformativos esta interferência é intensa (BANDARRA E SEQUEIRA, 1999b); podendo assim dizer ação biológica, que se destaca a interferência de insetos e microrganismos, principalmente bactérias presentes no trato digestório (PACZKOWSKI & SCHÜTZ, 2011) ou as que penetram no organismo proveniente do meio externo em que se encontram, culminando na participação do processo de decomposição cadavérica.

Na prática, as alterações se iniciam a partir do momento da morte, entretanto, didaticamente, esses fenômenos cadavéricos podem ser divididos em dois grandes grupos, segundo a Classificação de Borri (1989): abióticos ou avitais (imediatos e consecutivos) e transformativos (destrutivos ou conservadores) (FÁVERO, 1991; SCHMITT *et al*, 2006). Os fenômenos abióticos são subdivididos em abióticos imediatos (devido à cessação das funções vitais) são eles perda da consciência, perda da sensibilidade, abolição da motilidade e do tono muscular, cessação da respiração, cessação da circulação e cessação da atividade cerebral.

Os abióticos consecutivos ou mediatos (devidos à instalação dos fenômenos cadavéricos) são a desidratação ou dessecamento cadavérico, lividez ou manchas de hipóstases cutâneas (*livor mortis*), esfriamento cadavérico (*algor mortis*), rigidez cadavérica (*rigor mortis*) e espasmos cadavérico. Já os fenômenos transformativos são, por sua vez, subdivididos em transformativos destrutivos (autólise, putrefação e maceração) e transformativos conservadores (mumificação, saponificação e calcificação) (CAMPOBASSO *et al*, 2001; SCHMITT *et al*, 2006, CROCE E CROCE JR, 2012, FRANÇA, 2012).

Dentre as ciências que estudam os sinais da morte e seus aspectos estão à Tanatologia que é a parte da medicina legal que aborda sobre a morte, os fenômenos

relacionados e a realidade da morte, as características ante e pós-morte e, desta forma coadunam para um diagnóstico conclusivo (VANRELL, 2016). Patitó (2000) define a Tanatologia forense como um ramo da medicina legal onde se estuda a morte e as suas consequências jurídicas. Dentre desta perspectiva da morte, podemos incluir ainda a abrangência da Tanatognose que estuda a determinação da morte, há um período anterior ao surgimento dos fenômenos transformativos no cadáver (REMES, 2016).

Outro fator que análisa essas variáveis é a Cronotanatognose; de acordo com Croce & Croce Jr, (2012), a cronotanatologia estuda a data aproximada da morte, tendo como parâmetro os fenômenos abióticos e bióticos. Este estudo possibilita a estimativa do intervalo *post mortem* do corpo analisado (FÁVERO, 1991). Todos esses conceitos se fundem resumindo na ciência da vida, vista através da ótica da morte denominada Biotanatologia. Neste estudo daremos ênfase sobre aos estudos abióticos transformativos destrutivos, em panorama a ação dos agentes biológicos.

2 I FENÔMENOS CADAVÉRICOS

Desde a morte física no corpo começam a ocorrer uma série de modificações que caracterizam a evolução e as transformações que sofrem um cadáver (VANRELL, 2016). França (2012) em seu conceito geral enfatiza que a morte integra a cessação dos fenômenos vitais pela parada das funções cerebrais, respiratória e circulatória. Vanrell (2016) cita que os fenômenos destrutivos, os quais se iniciam logo após a cessação da vida, onde ocorre à lise das células (autólise) é considerado um processo autodestrutivo de células e tecidos. Esses fenômenos cadavéricos abióticos são evidentes e apresentam-se logo após a morte do indivíduo, ainda antes da proliferação bacteriana e tem curta duração.

2.1 Autólise

É a destruição das células provocadas por enzimas intracelulares hidrolíticas originalmente contidas nas células, que são ativadas pela falta de oxigênio. É mais acentuada em tecidos ricos em enzimas, como no trato digestório e principalmente no pâncreas (PACZKOWSKI & SCHÜTZ, 2011; SHIRLEY *et al,* 2011; FÁVERO, 1991). Nesta etapa do processo de destruição, as células entram em estado de carência nutritiva fazendo com que as mesmas, consumam a maquinaria intracelular e se lizem, levando a destruição tecidual (ALCÂNTARA DEL-CAMPO, 2007). A autólise, embora seja um fenômeno abiótico, é melhor bem classificada como destrutivo, uma vez que causa profundas alterações nas estruturas dos tecidos (BANDARRA E SEQUEIRA, 1999a).

2.2 Fenomenos Transformativos Destrutivos

Os fenômenos destrutivos darão origem ao declínio da matéria orgânica através da autólise, maceração e putrefação. Este último, entre os fenômenos destrutivos, é o que ocorre mais frequentemente (KNIGHT, 1996). Para os estudos relacionados à Entomologia

Forense, os fenômenos transformativos destrutivos possuem um caráter de grande valia, pois é justamente nesse estágio que a fauna cadavérica ficará mais presente, possibilitando a determinação cronológica do período de morte (REMES, 2016).

2.3 Putrefaçao

A putrefação é a degradação do tecido pela atividade de uma miríade de microrganismos, como vírus, bactérias, fungos, protozoários, parasitas e as toxinas que alguns desses organismos produzem (SONAM *et al,* 2018). Apresenta fases distintas denominadas de período cromático ou de coloração, período enfisematoso ou gasoso/ deformativo, período coliquativo ou de fusão e fase final denominado período de esqueletização. Catts & Goff (1992); Alcântara Del-Campo (2007) e Oliveira-Costa (2013) definem que o desenvolvimento do período de putrefação corporal, ocorre devido ao acordo entre fatores intrínsecos (idade, causa da morte, constituição) e extrínsecos (temperatura, aeração, umidade do ar). Estes autores enfatizam ainda, que embora não possua uma cronologia rigorosa, a decomposição cadavérica se faz em cinco períodos ou estágios:

1. Fase fresca (decomposição inicial) - carcaça recente.

2. Fase de coloração (inchaço) – carcaça acumulando gases. Esta fase não existe em classificações de outros autores, sendo normalmente associada à fase fresca.

3. Fase gasosa (deformativo) - decomposição ativa, odor de putrefação forte.

4. Fase de fusão (fermentação) - Superfície ventral do corpo embolorando pela fermentação.

5. Fase de esqueletização (seca ou final) - decomposição em declínio.

A duração de cada fase no processo de decomposição pode sofrer grande variação. As diferenças climáticas de cada região associadas à temperatura ambiental e a umidade do ar, torna quase impossível estabelecer prazos precisos para as fases de decomposição.

Esse estudo se baseia no envolvimento com a biota cadavérica, considerada de extrema importância como ferramenta de elucidação, utilizando os insetos na identificação, com ênfase as ordens díptera, coleóptera e himenóptera (família formidae). Em contrapartida, a micologia forense, entra em associação ao grupo biótico e tem se tornado um campo rico em informações e dessa forma os fungos podem interagir e fornecer informações, no auxílio, elucidação ao estudo do tempo de morte envolvendo casos periciais.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

Mato Grosso, região central do Brasil, é o terceiro maior estado do país e abrange três biomas: Amazônia, Cerrado (Brazilian Savannah) e Pantanal. O estudo foi realizado na localidade de Jamacá na cidade de Chapada dos Guimarães/Mato Grosso - Brasil, em uma área de particular localizada pelas coordenadas: GPS: L06-01-88-4/N82-77-22-8

(Figura 01). O local de estudo constitui de vegetação conservada com presença de diversas fitofisionomia gramíneas, herbáceas, arbustos e árvores compondo uma riquíssima flora do cerrado brasileiro (mata ciliar, mata de galeria, mata seca, cerradão, cerrado (denso, típico e rupestre), campo sujo, campo limpo, vereda e palmeiral), com uma exuberante biodiversidade, sendo o cerrado o principal bioma do Centro-Oeste, e que é predominante na Chapada dos Guimarães (SANO *et al*, 2008).

O modelo experimental utilizado foi a carcaça de *Sus scrofa domesticus* (Linnaeus, 1758), Suidae, com peso corporal de cerca de 15 kg, conservado dentro de gaiola metálica (60 X 90 X 45cm de altura). A carcaça foi depositada sobre um substrato com areia que serviu como local de pupação para as larvas no processo de eclosão. Neste local foram observados os períodos cromático, gasoso, coliquativo e esqueletização, definidos neste estudo em cinco períodos fresco, período gasoso; período putrefação escura; período fermentação avançada e período seco/esqueletização (OLIVEIRA-COSTA, 2013).

O animal escolhido foi utilizado devido ser considerado o melhor modelo para análise entomológica em comparação ao ser humano pela semelhança na decomposição (CATTS & GOFF, 1992) e características internas de seus órgãos, onivoria, pele, cavidade torácica e microbiota intestinal (CAMPOBASSO *et al,* 2001, BYRD & CASTNER, 2001).

O animal foi adquirido por um criador local, nas proximidades da área de estudo, que comercializava animais destinados a serem abatidos para consumo humano. O modelo utilizado no estudo foi abatido às 05:00 da manhã do primeiro dia do experimento (Dia 0), transportado íntegro e conservado até o local onde ocorreria o processo de decomposição e ocorreriam as coletas dos espécimes entomológicos e fúngicos (Figura 01). Logo após a carcaça ter sido colocada na área experimental, após transcorrido três horas da deposição, as coletas iniciaram e foram realizadas todos os dias até a carcaça estar em completa esqueletização.

Os requisitos sobre licenças de Comitê de Ética em pesquisa não foram exigidos no momento do experimento e os comitês de ética não estavam disponíveis para nenhuma avaliação correspondente. Neste caso, por ser tratar de consumo de carne animal, considerado uma prática legal o abate de animais para comercialização em feiras-livres locais na região da pesquisa.

3.2 Caracterização Climática

De acordo com o sistema climático de *Köppen-Geiger*, Mato Grosso, caracteriza-se como Cwa: subtropical, inverno seco e chuvoso no verão (ROLIM *et al,* 2007). O clima é caracterizada pela região semi-árida (quente semi-úmido), com precipitação média anual de 1.500 mm e temperatura média anual de 25°C a 40°C. Apesar desta desigualdade, a região é bem suprida com chuva e sazonalidade e considerada tipicamente tropical, com valores máximos no verão e mínimos no inverno, com duas estações distintas: uma estação seca (outono e inverno) que se estende de abril a setembro, com cerca de 20% da

precipitação total anual; e outra estação chuvosa (primavera e verão) que se estende de outubro a março, com mais de 80% da precipitação anual total. Quando ocorre a friagem, que é a inversão da massa polar sobre o continente, podendo provocar uma queda na temperatura (LEITE-JR *et al,* 2012; DANTAS *et al,* 2016).

No local do experimento, durante os 17 dias de coletas de material biológico, tanto da entomofauna quanto das amostras micológicas, foram utilizados dois termo-higrômetros digitais, em pares, com capacidade de leitura –10 + 60˚C (Modelo 7429.02.0.00 Brand Incoterm), utilizados para a coleta da temperatura (^{0}C) do ambiente, bem como os dados de umidade relativa (%) do ar (Figura 2).

3.3 Coleta das Amostras e Identificação

3.3.1 Entomofauna cadavérica

A duração total do processo de morte até a esqueletização foi de 408 horas no período de 17 dias (21/Julho a 06/Agosto/2018) foram coletadas amostras entomológicas oriundas de um exemplar de *Sus Scrofa* nos períodos dos fenômenos cadavéricos. As carcaças foram observadas e coletadas amostras no primeiro dia após 3 horas de deposição da carcaça e 1 hora e 30 minutos, durante os demais 16 dias em que permaneceu a carcaça observando as fases de decomposição registradas de acordo com a literatura (OLIVEIRA-COSTA, 2013).

As coletas foram realizadas todos os dias das 07:30 ás 09:00 da manhã, respeitando o horário determinado, afim de evitar os horários de maior aumento da temperatura, até completa decomposição do modelo experimental.

Para a coleta da dipterofauna, as larvas foram coletadas com auxílio de pinças entomológicas, escolhendo somente larvas bem desenvolvidas sobre o substrato, transportadas vivas em potes plásticos com algodão úmido, e tampa previamente com abertura para oxigenação. Alguns exemplares adultos alados foram coletados com ajuda de redes entomológicas, que sobrevoavam sobre o local da deposição da carcaça no momento da coleta e transportados em frascos contendo álcool 70%.

A coleopterofauna e a mimercofauna foram coletadas em sua maioria de exemplares adultos, por meio da atividade dos insetos nas carcaças em observações direta e monitorada por meio de armadilhas de queda (pit-fall). Para a coleta dos insetos rasteiros foram utilizadas doze armadilhas de pote plástico, tipo pit-fall que consiste em um recipiente plástico (garrafas pet) de 2 litros com 15 cm de diâmetro por 30 cm de altura, contendo 1.000 ml de água, 2ml de formol 4%, e 20 ml. de detergente líquido (BUZZI, 2013, MARCHIORI, 2016) para matar e preservar os artrópodes.

Estas armadilhas foram dispostas em volta da gaiola com carcaça, onde foram divididos em quatro quadrantes de acordo com a orientação dos pontos cardeais (três pitt-fall por quadrante), enterrado ao nível do solo, até 30 cm de profundidade, em forma de

círculo (GOMES, 2010), a um raio aproximado de 1,50 metros do substrato animal e com 1,00 metros de distância entre as armadilhas.

As armadilhas foram esvaziadas a cada três dias para se ter uma ideia da sucessão de insetos. Alguns espécimes de himenopteros foram coletados com ajuda de pinças e pincéis, transportados para o laboratório em recipientes plásticos do tipo eppendorf@ em etanol a 70% (OLIVEIRA-COSTA, 2013).

Para a identificação dos espécimes coletados (dípteros, coleópteros e hymenopteros) foram transportados para o laboratório entomológico localizado nas dependências da Universidade Federal de Mato Grosso. As larvas coletadas (dípteros) completaram seus ciclos de vida necessários para a identificação, foram eutanasiados com auxílio de acetato de etila, submersos em solução fixadora de Dietrich, preparada com água destilada, álcool 95º.GL, formol, ácido acético, e glicerina, utilizado como fixador para manter a integridade de cores e estruturas dos exemplares coletados (BUZZI, 2013).

Após o armazenamento na solução, toda a fauna entomológica foi preservada, triada, identificada utilizando caracteres morfológicos para a descrição das espécies utilizando ajuda de lupas manuais e microscópio estereoscópico (modelo SZ51 8.0x - 40x, Olympus, Brasil) e auxílio de chaves dicotômicas e registros de espécies preconizadas por PESSOA & LANE, 1945; RATCLIFFE, 1996; PALACIO & FERNÁNDEZ, 2003; FERNÁNDEZ, 2003; BACARRO, 2006; CARVALHO E MELLO-PATIU, 2008; ALMEIDA & MISE, 2009; WHITWORTH, 2010; VAIRO *et al,* 2011; LENHART *et al,* 2013; VAIRO *et al,* 2015; VAZ-DE-MELLO *et al,* 2011; MARSHAL *et al,* 2011; KOSMANN *et al,* 2013; CORREA, 2014; DELABIE *et al,* 2015; BACCARO *et al,* 2015; BONILLA *et al,* 2016, PITTS *et al,* 2018; WILD, 2019.

3.3.2 Micobiota cadavérica

No mesmo período da coleta entomológica, as amostras para identificação fúngica foram coletadas durante os 17 dias do processo de decomposição cadavérica. Para este trabalho foi realizado um total de 84 coletas contendo amostras de material micológico; realizadas com auxílio de swabs estéreis, através de movimentos de fricção nas regiões de mucosa oral, nasal, auditiva, perianal e genital (SIDRIM *et al*, 2010) e pele do animal (dorso e abdômen). Foi utilizado um swab friccionado em cada sítio anatômico; a fim de se evidenciar crescimento e isolamento fúngico. Esses sítios anatômicos, são comumente analisados em diagnósticos micológicos laboratoriais, foram escolhidos por possuírem maior probabilidade de se evidenciar crescimento fúngico (SIDRIM *et al,* 2010). Nos primeiros 11 dias de coletas foram utilizados seis swab's nos sítios (oral, nasal, auditivo, genital, perianal) e pele. No 12º. e 13º. dia foram utilizados cinco swab's (oral, nasal, genital, perianal) e pele, o conduto auditivo já não mais existia. E por fim, na fase de esqueletização, as mucosas deixaram de existir, devido a necrofagia entomológica, entretanto as coletas

ocorreram somente sobre a pele e ossos da carcaça.

Para isolamento primário e identificação fúngica, os swab's foram friccionados delicadamente sobre placas de petri (70 mm de diâmetro) contendo ágar Sabouraud Dextrose Agar (DIFCO™) adicionado de cloranfenicol (100 mg/mL), semeados e incubados à temperatura ambiente por 7 a 10 dias, para crescimento fúngico. Depois de transcorrido esse período os fungos filamentosos e leveduriformes foram repicados isoladamente para obtenção das colônias puras isolando-os em tubos contendo o mesmo meio do isolamento primário.

Para os fungos filamentosos, após crescimento secundário, o estudo morfológico (macroscópico e microscópico) foi utilizado em meio ágar Sabouraud com cloranfenicol (100 mg/mL), (MEA) ágar extrato malte, (PDA) ágar batata dextrose e (CYA) ágar czapeck-dox broth (DIFCO™) e procedeu-se com a observação de verso e reverso das colônias em especial sua pigmentação. Para esta etapa os fungos isolados foram semeados em placa de petri (70 mm de diâmetro) para melhor observação.

Para cada colônia foi realizado um microcultivo em PDA e incubado à temperatura ambiente por 10 dias. Depois de transcorrido este período, foi utilizada a técnica de Riddell (LACAZ, 2002), onde as lamínulas foram retiradas e colocadas sobre outra lâmina estéril com uma gota do corante azul de lactofenol (azul de algodão), e sua morfologia observada sob microscopia de luz com objetiva de 40X. A identificação baseou-se nas literaturas de referência (SIDRIM E MOREIRA, 1999, PITT, 2000; KLICH, 2002, LACAZ *et al,* 2002; SUMMERELL *et al,* 2003; SIDRIM & ROCHA, 2004; DUGAN, 2006; LESLIE *et al,* 2006; PITT & HOCKING, 2009).

Para o estudo das características micromorfológicas dos fungos leveduriformes, após isolamento, as colônias foram testadas quanto sua pureza através de plaqueamento em meio cromogênico CHROMagar™ Candida (BBL) para isolar e identificar presuntivamente e a diferenciação das leveduras de acordo com a morfologia e coloração das colônias. Após foi utilizada a técnica do microcultivo (técnica de Riddell) (LACAZ et al, 2002) em meio de ágar fubá acrescido de Tween 80. Essa técnica permite que sejam identificados gêneros, ou mesmo espécies de leveduras através da análise da presença e disposição de estruturas como blastoconídios, artroconídios pseudo-hifas e hifas verdadeiras (SIDRIM & ROCHA, 2004). Teste de uréase, também foi utilizado como forma presuntiva de identificação bioquímica e processada em meio de Christensen, para a detecção da presença ou ausência da enzima urease produzida pelos fungos.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Entomologia forense

No Brasil, país de grande diversidade biológica e de extensas dimensões territoriais,

a avaliação sobre padrões de sucessão de fauna entomológica apresenta-se desafiadora, por apresentar grandes diferenças climáticas e diversos biomas (PUJOL-LUZ *et al,* 2008).

A fauna entomológica cadavérica brasileira apresenta uma ampla diversidade de espécies que sucedem na carcaça. Podemos destacar a grande frequência e abundância dos insetos e o conhecimento de informações como identificação taxonômica, ciclo biológico, distribuição geográfica ecologia das espécies e de suas interações ecológicas que permitem aplicações a investigações judiciais e estimar o intervalo póst-mortem, utilizá-los como ferramenta no auxílio de soluções no âmbito criminalístico (PUJOL-LUZ *et al,* 2008; OLIVEIRA-COSTA, 2013, THYSSEN *et al,* 2018).

Existem duas ordens de insetos com grande importância forense, a ordem Diptera e ordem Coleoptera (CAMPOBASSO *et al,* 2001; PINHEIRO *et al,* 2012, GENNARD, 2012; MARIANI *et al,* 2014). Entre os insetos coletados, neste estudo, três ordens receberam ênfase por se destacarem, pela sua abundância de espécies observadas e identificadas no processo de decomposição cadavérica; estando os grupos com maior influência no experimento realizado no município de Chapada dos Guimarães em Mato Grosso. Um total, 5.009 insetos individuais, imaturos e adultos, foram coletados e pertencem a 3 grandes Ordens de insetos representado pelos: dipteros com (2,848; 56,9%), himenopteros com (1,628; 32,5%) e coleopteros com (533; 10,6%) distribuídos entre 15 famílias, 27 sub-famílias, 40 gêneros e 46 espécies (Tabela 01).

No geral, a ordem mais abundante foi Diptera, com (56,9%) e entre as famílias de dípteros identificados, os mais relevantes, com maior percentual de exemplares foram Calliphoridae (67,9%), Muscidae (21,0%), Sarcophagidae (5,3%), Fannidae (5,0%), Tabanidae (0,5%) e Drosophilidae (0,2%). Entre os coleópteros identificados, as famílias Cleridae (30,4%), Dermestidae (26,5%), Nitidulidae (14,6%), Histeridae (8,6%), Staphylinidae (5,8%), Silphidae (4,3%), Cincidelidae (3,9%) e por fim Scarabaeidae (3,0%). Os himenópteros foram representados pela família formicidae, incluindo as sub-famílias Myrmicinae (36,5%), Formicinae (25,5%), Ectatomina (18,9%), Ponerinae (15,5%) e Paraponerinae (3,6%) (Tabela 01).

Houve ainda a presença de outras Ordens: Lepidoptera, Hemiptera, Orthoptera, Isoptera, Dermaptera, estes insetos foram observados; porém, não foram capturados e sumarizados por serem considerados apenas visitantes e tratarem de pequenas quantidades no âmbito em comparação aos outros grupos de maior influência.

41.a. Dipterofauna

A ordem Diptera, subordem brachycera, que abrange moscas robustas e compactas é o grupo predominante associado à decomposição devido à abundância e diversidade (GENNARD, 2012; MARIANI *et al,* 2014). Os espécimes dessa imensa ordem colocam seus ovos em cavidades naturais como boca, narinas, ouvidos, olhos, ânus e/ou órgãos genitais, bordas de ferimentos ou nas suas proximidades de modo a oferecer um local protegido e húmido, onde encontram condições favoráveis para a oviposição e desenvolvimento de

sua prole (CAMPOBASSO et al., 2001; PUJOL-LUZ *et al,* 2008; PINHEIRO et al., 2012, OLIVEIRA-COSTA, 2013, THYSSEN *et al,* 2018).

Dentre da ordem díptera, as famílias mais importantes são Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fanniidae e Stratiomyidae (CATTS & GOFF, 1992; CARVALHO *et al,* 2004; PUJOL-LUZ *et al,* 2008; CARVALHO & MELLO-PATIU, 2008; GENNARD, 2012; OLIVEIRA-COSTA, 2013; THYSSEN *et al,* 2018). Carvalho e Mello-Patiu (2008) e Pujol-Luz *et al* (2008) estabeleceram que para a América do Sul, além das famílias Calliphoridae, Sarcophagidae e Muscidae, outras famílias diptera apresentam interesse forense: Drosophilidae, Phoridae, Anthomyiidae, Sphaeroceridae, Sepsidae, Ulidiidae, Piophilidae, principalmente por apresentarem hábito necrófago e serem frequentemente encontradas em carcaças e cadáveres.

Um total de 2,848 indivíduos muscomorphos foram coletados e representados por 2,108 adultos, e 740 larvas que desenvolveram no laboratório. Constituindo dessa forma por seis famílias. Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae, Fanniidae, Tabanidae e Drosophilidae. Os Calliphoridae mostraram-se mais abundante. Foram obtidos 2,848 espécimes em três subfamílias: Chrysomyinae (*Chloroprocta ideoidea* (Roineau-Desvoidy, 1830); *Chrysomya albiceps* (Wiedemann,1819); *C. megacephala* (Fabricius, 1794;, *C. putoria* (Wiedemann,1830); *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel,1858), *C. macellaria* (Fabricius, 1775); *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805)), seguido pela sub-família Calliphorinae (*Lucilia eximia* Wiedemann, 1819; *L. sericata* Meigen, 1826; *L. illustris* (Meigen, 1826); *L. porphyrina* Walker, 1856; *L. cuprina* Wiedemann, 1830 e Caliphora sp.); subfamília Toxotarsinae (*Sarconesia chlorogaster* (Wiedemann, 1830)).

Na família Muscidae, foi a segunda mais abundante com a subfamília Azellinae (*Ophyra albuquerquei* Lopes, 1985; *O. aenescens* (Wiedemann, 1830); *O. solitaria* Albuquerque, 1958) e a subfamília Muscinae (*Muscina stabulans* (Fallén, 1817) e *Musca domestica* (Linnaeus, 1758)), em seguida a família Sarcophagidae, com a subfamília Sarcophaginae (*Pechia* (Pattonella) *intermutans* (Walker, 1861); *Sarcophaga argyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830); *Pechia* (Sarcodexia) *lambens* (Wiedemann, 1830); *Oxysarcodexia thornax* (Walker, 1849) *e O. amorosa* (Schiner, 1868)). Na família Fanniidae (*Fannia cannicularis* (Linnaeus, 1761) e *Fannia pusio* (Wiedemann, 1830)), família Tabanidae com a subfamília Tabaninae (gênero Tabanus) e a família drosophilidae, com a subfamília drosophilinae (*Zaprionus indianus* (Gupta, 1970) e Drosophila spp.).

Por outro lado, estudos mais atuais, apontam que não há uma definição pontual exata da cronologia com que cada espécie irá aparecer no decorrer da colonização da fauna cadavérica; nas últimas décadas, o uso de moscas como indicadoras de morte ajudou a direcionar, as investigações em casos de assassinatos (THYSSEN et al. 2018). Segundo Vanrell (2016); os insetos mais frequentemente observados dessa fauna necrofágica, são os dípteros, podendo orientar ou auxiliar na determinação da data aproximada do óbito no achado de um cadáver pela cronologia da evolução e duração de todas as fases do ciclo

de cada díptero.

De acordo com os relatos de Byrd & Castner (2010); os dípteros muscomorphos, geralmente, são os predominantes e responsáveis pela degradação das partes moles, consumindo o corpo na fase fresca, além de consumir órgãos internos, atrapalhando a determinação da causa mortis, sua atividade necrofágica pode provocar lesões pós-morte, ou ainda remover tatuagens ou cicatrizes, dificultando a identificação da vítima.

Na cidade de Cuiabá/MT, Dias (2010), em pesquisa realizada, registrou a ocorrência de dipteros encontradas em suíno, pertencentes às famílias Calliphoridae, Syrphidae e Muscidae. A mais abundante foi à família Calliphoridae. Mais atualmente, Dantas e seus colaboradores (2016) na mesma cidade, identificaram 15 espécies de dípteros, distribuídas pelas famílias Muscidae, Calliphoridae e Sarcophagidae com destaque para os Calliphoridae.

A família mais importante, da ordem díptera, e que recebe maior destaque é a Calliphoridae, são moscas de tamanho médio ou grande, de coloração metálica verde, violeta, azul ou cobre, conhecidas popularmente como "varejeiras". As suas larvas são grandes consumidoras da biomassa do cadáver (PUJOL-LUZ *et al,* 2008; CAINÉ *et al,* 2009, GENNARD, 2012; OLIVEIRA-COSTA, 2013), utilizando a carne em decomposição tanto como oviposição, micro-habitat de estímulo à decomposição, atrativo para cópula e ainda como fonte proteica (BUZZI, 2013; OLIVEIRA-COSTA, 2013). Os membros da família Calliphoridae, neste estudo, foram os mais comumente isolados (67,9%), com destaque para a espécie *Chrysomya albiceps* (302, 6,0%), seguida por *Lucilia sericata* (274; 5,5%) e finalmente *Chrysomya megacephala* (233; 4,7%) (Tabela 01).

Esta família inclui numerosas espécies saprófagas. Os gêneros de maior importância forense na região neotropical são: Chrysomya, Hemilucilia, Lucilia e Cochliomyia (OLIVEIRA-COSTA, 2013). São os primeiros na colonização, preferem o cadáver fresco e consideradas visitantes comum de lixo, fezes e carniça desempenhando um papel importante na ciência forense, médica e veterinária (PINHEIRO *et al,* 2012; MARIANI *et al,* 2014). Segundo Oliveira-Costa (2013), *C. albiceps, C. megacephala* e *L. eximia* são atraídas em maior número quando a carcaça começa a exalar odores, como foi observado neste estudo, juntamente com *L. sericata* (Tabela 01). Os muscóides adultos possuem alta percepção dos odores exalados pelo cadáver e estão entre os primeiros insetos a chegar nesse substrato (PUJOL-LUZ *et al,* 2008).

Carvalho & Mello-Patiu (2008) definem que três são as espécies mais comuns de dípteros Calliphoridae da América do Sul de interesse forense *C. albiceps, C. megacephala* e *C. putoria,* que foram introduzidas no Brasil por meio de navios negreiros e obtiveram grande sucesso adaptativo. As espécies de Calliphoridae, mostrados nos estudos de Faria e seus colaboradores (2004); destacam dessa família *Chrysomya albiceps*, espécie de coloração verde-escuro ou azul metálica, sinantrópica, ágil e extremamente voraz que demonstra canibalismo e predação tanto da larva como do adulto (BUZZI, 2013; OLIVEIRA-

COSTA, 2013).

Os imaturos dos dípteros necrófagos apresentam comportamento predador e canibal, por serem pecilotérmicos, seu desenvolvimento aumenta com o aumento da temperatura (GENNARD, 2012). *Chrysomya megacephala,* foi a espécie mais predominante do período de inchaço neste estudo, contribuindo com a maioria dos isolamentos dos Calliphoridae, seguida por *Lucilia sericata e Chrysomya albiceps* nesta fase cadavérica (Tabela 01).

A abundância de dípteros atingiu o pico do 3º. ao 7º. dia correspondendo à fase de inchaço seguida pela putrefação escura. Os califorideos, os muscideos e o sarcofagideos foram os espécimes mais abundante de moscas encontradas colonizando a carcaça de *Sus scrofa.* Todas as 2.848 especimes de muscomorphos foram capturadas sobre a carcaça começando desde o primeiro dia até a última fase, ocorrendo um decaimento na fase de esqueletização, onde ocorre a pouca oferta de alimento e as massas de tecido se resumem a couro e ossos.

Na fase fresca, Calliphoridae foi dominante, especialmente *Lucilia cuprina, L. eximia e Chrysomyia albiceps* seguidas por *L. porphyrina*. Na fase de inchaço observamos *Musca domestica,* predominando, seguido por *Chrysomyia megacephala*. Na fase de putrefação *C. albiceps e L. sericata* foram predominantes. Na fase fermentativa *C. albiceps* predominou e na fase de esqueletização *L. sericata.*

Os muscidae são espécies de moscas encontradas principalmente em ambientes dosmésticos, de alta plasticidade e associação com a espécie humana (MARIANI *et al, 2014). Musca domestica*, foi a segunda espécie mais abundante (278; 5,6%) e apareceu sobre o modelo experimental em todos os dias e foi alta em abundância, atingindo pico de captura entre o 2º ao 4º dia, sendo encontrada no cadáver aproximadamente 18 horas após a morte do porco. Neste período também observado e identificado as espécies muscidae *Ophyra albuquerquei* (155; 3,1%) *e O. aenescens* (101; 2,0%) as quais estiveram presentes no cadáver até o ultimo dia de decomposição (Tabela 01).

Das moscas *varejeiras*, do gênero Lucilia, alguns relatos referem-se ao gênero como Phaenicia; o mais representativo foi *Lucilia sericata* (274; 5,5%)*, seguida de L. eximia* (224; 4,5%) e *L. cuprina* (130; 2,6%) foram mais abundantes em todos os dias, contados a partir do primeiro dia até o último dia, e diminuíram relativamente em quantidade nos dias que antecedem a fase final (Tabela 01). Este fato é devido serem estas espécies apresentarem preferência pelo estágio inicial, sendo reconhecidos como as espécies pioneira entre os muscóides colonizadores de carcaças animais (CARVALHO *et al,* 2004).

Diversos são os gêneros de Sarcofagidae encontrados em carcaças no Brasil, onde podemos destacar*: Sarcophaga (Liopygia), Sarcophaga (Bercaea), Peckia (Euboettcheria), Peckia (Pattonella), Peckia (Peckia), Peckia (Squamatodes), Dexosarcophaga, Sarcodexia, Oxysarcodexia, Helicobia, Ravinia, Tricharea* (OLIVEIRA-COSTA, 2013). Estes muscomorphos apresentam comportamento larvíparos, ou seja, realizam a postura de larvas já em primeiro ínstar, e de acordo com Gennard (2012) possuem preferência

por estágios mais avançados da decomposição. Estes espécimes necrofágicos foram observados em maior abundância a partir do 7º e 8º dia de decomposição.

Os sarcófagideos, enquanto presentes na carcaça amostral durante todos os dezessete dias de decomposição, não alcançaram alta abundância geral em comparação com os califorídeos. As espécies coletadas foram: *Peckia (Pattonella) intermutans* (44, 0,9%) sarcofagídeo com comportamento de larviposição e de pioneirismo nos processos de decomposição (ARNALDOS *et al,* 2006; VAIRO *et al,* 2011), seguida por *Oxysarcodexia amorosa* (40, 0,8%) e *O. thornax* (32, 0,6%) (Tabela 01).

Em relação a família Fanniidae é frequentemente encontrada associada a matéria animal em decomposição (MONTEIRO et al., 2014). Neste estudo relatamos a captura de *Fannia pusio* e *Fannia cannicularis* como espécies pertencentes a fauna necrófila em *Sus scrofa.* Monteiro et al, (2014) relata que Fannia é o principal gênero dessa família encontrado associado a cadáveres, com destaque para as espécies: *Fannia cannicularis* (Linnaeus, 1761), *Fannia pusio* (Wiedemann, 1830), *Fannia flavicincta* Stein, 1904, *Fannia scalaris* (Fabricius, 1794), *Fannia obscurinervis* (Stein, 1900) e *Fannia punctipennis* Albuquerque, 1954. As principais espécies que ocorrem em maior abundância no Brasil são *Fannia pusio* (Wiedemann, 1830) e *Fannia cannicularis* (Linnaeus, 1761) (OLIVEIRA-COSTA, 2013; GENNARD, 2012) espécies isoladas neste estudo e que entram em conformidade com estes autores; *Fannia pusio* (80; 1,6%) e *Fannia cannicularis* (63; 1,3%) (Tabela 01).

Neste estudo, todo o processo de decomposição cadavérica envolveu 17 dias, até o período de esqueletização. As observações realizadas para a descrição dos processos de decomposição estão em conformidade dentro dos cinco estágios (fases) em que passam todos os cadáveres, apresentando um padrão similar de decomposição, e que foram preconizados por Catts & Goff (1992); Alcântara Del-Campo (2007) e Oliveira-Costa (2013)

Durante o experimento a temperatura ambiente mais alta registrada no local foi de 35,6°C, no sexto dia de amostragem, e a mais baixa foi de 17,1°C no 8° dia de coleta, devido a ocorrência de uma queda brusca de temperatura na região. A variação da temperatura ambiente ao longo do período de amostragem se mostrou relativamente moderada para os padrões do local pesquisado. Em relação à umidade local, foi registrada a mais alta 57,3% e a mais baixa 36,2%, registrado no último dia (Figura 2).

Os períodos de cada fase decorreram entre os 17 dias (21/Julho a 06/Agosto/2018) em que foram realizadas as devidas coletas: fase fresca (decomposição inicial) ocorreu em 31 horas (1º ao 2º. dia), em seguida a fase de inchaço durou 42 horas (2º ao 3º dia), seguido pela fase de putrefação escura 120 horas (4º. ao 8ª. dia) sendo que na madrugada do oitavo dia desta fase ocorreu uma queda de temperatura (17,1ºC) e chuva moderada a forte (57,3%) aconteceu na madrugada do 8º dia do experimento.

No próximo (9º. dia) passou-se então a identificar a fase de fermentação butírica que duraram 144 horas (9º ao 14º dia); os dois primeiros dias (9º. e 10º) da fase, ocorreu mudança da temperatura no local (iniciada na fase de putrefação escura, no 8º dia). Este

fator climático levou há uma queda brusca da temperatura inibindo a ação dos agentes necrofílicos adultos que revoavam sobre a carcaça, onde foi observada a ausência de insetos, permanecendo apenas as larvas que se encontravam escondidas entre frestas e feridas na carcaça, poucos insetos sobrevoavam a carcaça no momento da coleta. Oliveira-Costa *et al,* (2013) afirmaram que as condições climáticas resultantes de chuva não afetam a atividade das larvas que se escondem nas cavidades do cadáver; fato este que foi observado *in loco,* durante as coletas nesta pesquisa.

No 11º. dia a temperatura tornou a elevar-se mantendo constância até o final do experimento. A partir do 14º ao 17º dia deu início a fase seca ou de esqueletização, totalizando 72 horas, onde as coletas se deram por encerradas após a última coleta do 17º dia onde pode se constatar o total dessecamento do modelo experimental (Figura 2).

No entanto, a taxa de decomposição pode parecer diferente mesmo dentro de uma mesma área ou distrito, simplesmente devido às diferenças regionais, climáticas, topográficas, geográficas, pois cada país e/ou região geográfica é diferente em termos geoclimáticos, proporcionando respostas diferenciadas (CAMPOBASSO *et al,* 2001). Dias em 2010, na cidade de Cuiabá, estado de Mato Grosso, relatou em seus registros que a carcaça de *Sus scrofa* utilizada como modelo experimental se apresentou em estado de esqueletização no período de 16 dias.

Observamos, diante das coletas que o processo de decaimento ativo dos muscomorphos para o processo de decomposição na região de Chapada dos Guimarães, inicia-se no quarto dia após a morte, e o decaimento avançado no à partir do nono dia, e em seguida o seco, constatado seu início no décimo quinto dia onde foram realizadas as coletas finais no décimo sétimo dia. Nos período das 10:00 apresentava um pico solar maior, neste período evitou-se as coletas, devido ao calor e a pouca ação do adultos alados, mesmo com a presença de sombras produzidas pela vegetação arbórea predominante da região o calor era intenso, com sensação térmica de 40º graus.

Campobasso et al, (2001) relata que ambientes secos e com vento desidratam o cadáver e ambientes húmidos absorvem os tecidos a atrasam a decomposição. Esta afirmação entra em conformidade com Woelfert (2003) que enfatiza que o frio age como um agente que retarda, e o calor um coadjuvante que acelera o início da decomposição.

Os relatos de Croce & Croce Jr, (2012) afirmam que fenômenos bióticos sofrem influência dos intemperes (chuva, calor, frio, umidade, etc) diretamente na fauna cadavérica. Diante das afirmações dos autores supracitados, pudemos observar que a queda de temperatura 17,1ºC e a umidade relativa 57,3% que se apresentou no oitavo dia de experimento, em que ocorreu a chuva, essa intempere, pode ter contribuído para o prolongamento da carcaça, diminuindo o processo de ressecamento tecidual, devido ao período em que ocorreu o estudo (julho e agosto) fosse de intenso calor na região, contribuindo para que a atividade necrofágica fosse diminuída. Essa atividade foi se tornando intensa conforme a temperatura ambiental foi aumentando, voltando a comunidade

necrofágica a interagir e os espécimes alados a suas atividades alimentares e de refúgio.

Esses níveis de aumento de temperatura também têm influência na ação das larvas sobre a carcaça. Campobasso *et al,* (2001), Gennard (2012) e Pinheiro *et al,* (2012) enfatizam que a própria atividade das larvas pode aumentar a temperatura devido ao calor metabólico produzido pela atividade frenética larval. Os autores supracitados relatam ainda que as altas temperaturas aumentam o número e o tipo de insetos associados ao cadáver e a sua atividade acelera a decomposição.

Neste contexto, devido à pesquisa ocorrer nos meses de julho a agosto/2018, meses de intenso calor no Estado de Mato Grosso, este fator climático pode ter auxiliado para o processo de deterioração, contribuindo sobremaneira para a grande quantidade de insetos necrófagos.

Vale ainda, inferir uma última informação que estudos, vem relatando a associação de insetos polífagos com leveduras e bactérias a insetos, em particular moscas Drosofilídeos, sendo estas participantes da fauna cadavérica (CARVALHO *et al,* 2000; GOMES *et al,* 2003, CHANDLER *et al,* 2012). Os drosofilídeos foram capturados neste estudo representados pelas espécies *Zaprionus indianus* (4; 0,1%) %), registrado pela primeira vez em Mato Grosso. Em Mato Grosso do Sul, estado vizinho e com mesma origem histórica há registro desse espécime encontrado por Barbosa e cols. (2012) e ainda *Drosophila* spp. (3; 0,1%) (Tabela 01).

Há ainda, o registro de Tabanídeos, que são moscas de importância sanitária, médica e veterinária dessa família de dípteros. A região onde foi realizada a pesquisa demonstra presença muito forte destes agentes mecânicos de patógenos, apesar da pouca presença relatada neste estudo; podemos apontar uma associação deste grupo de moscas na importância forense.

4.1.b. Coleopterofauna

A ordem coleóptera (besouros) são o segundo grupo de insetos de maior interesse forense no Brasil, por ser a mais numerosa em espécies descritas, sendo encontrado nas carcaças tanto em sua fase adulta de desenvolvimento quanto na fase imatura (larvas), em estágios mais avançados, bem adaptados à alimentação mais seca do processo de decomposição cadavérica (PESSOA & LANE, 1945; CARVALHO *et al,* 2004; BARBOSA *et al,* 2006; ALMEIDA & MISE, 2009).

Esta ordem é constituída por diversas famílias: Silphidae e Dermestidae são as de maior importância forense. Outras famílias são atraídas pelos últimos estádios de decomposição família Histeridae, Staphylinidae, Cleridae e a Nitidulidae (AMENDT *et al,* 2011).

Durante essa pesquisa foram coletados no total 533 indivíduos distribuídos em oito famílias distintas, nove subfamília, 11 gêneros e 9 espécies (cinco grupos diferentes foram identificados apenas a nível de gênero). Destes, 221 exemplares foram coletados durante o período considerado mais seco, exemplares pertencentes às espécies de acordo com

sua ordem de abundância: Cleridae (163; 30,6%); Dermestidae (142; 26,6%), seguido de Nitidulidae (80; 15%) na sequência Histeridae (46; 8,6%), Staphylinidae (27; 5,1%), Silphidae (23; 4,3%), Cincedelidae (21, 3,9%) e por fim Scarabaeidae (16, 3,0) (Tabela 01).

Wolff e colaboradores (2001), na cidade de Medellín, Colômbia, encontrou na família Dermestidae o grupo mais abundante, seguida por Histeridae, Staphylinidae e Cleridae utilizando modelos experimentais em carcaça de suinos. Outros grupos menos abundantes foram identificados Carabidae, Nitidulidae, Scarabaeidae e Silphidae, ocorrendo na fase seca.

A partir do décimo primeiro dia foram encontrados presença maior de coleópteros no modelo experimental, tendo o processo de decomposição encerrado em dezessete dias, levando em conta a influência da estação quente da região (Tabela 1).

A atividade dos coleopteros começou no terceiro dia, e progrediu no sexto dia. O número de besouros nos 2 e 3 foi baixo (<20), mas aumentou com o decorrer dos dias até o 7 e 8º. dia. Isso coincidiu com um deslocamento para a fase final do estágio de putrefação escura e início da fase fermentativa. Em todos os dias, com maior concentração a partir do quarto dia, exceto no dia em que ocorreram a chuva e queda da temperatura (por volta do 8º ao 10º. dia), não foram encontrados nenhum besouro sobre a carcaça.

O padrão sucessional dos besouros progrediu de acordo com seus papéis ecológicos. Besouros que foram categorizados como ambos alimentadores de carniça e predadores de dípteros, incluindo a Cleridae, Histeridae, Staphylinidae e Silphidae, chegaram após larvas estavam presentes no corpo, antes disso, na fase fresca observou-se apenas registro da família Dermestidae, Histeridae, Cicedelidae e Staphylinidae em pouca quantidade (1 ou >1). A chegada destes táxons ocorreu em maior intensidade no quarto dia ou sétimo dia, quando a carcaça se encontrava inchada ou no estágio de decaimento da decomposição.

Apesar dos besouros não terem grande abundância na fase fresca, ao final da putrefação os associados à carcaça somavam 221 exeplares de todos as espécies registradas neste estudo, exceto *Oxelytrum discicolle* (Silphidae) não foi encontrado durante os 3 dias da fase de esqueletização. Besouros da família Cleridae (163; 30,6%) e Dermestidae (142; 26,6%), foram observados na fase inicial por volta do segundo dia de exposição da carcaça e atingiram maior abundância quando o material já se encontrava dissecado.

Pesquisadores brasileiros, em suas casuísticas, enfatizam que a maior riqueza de fauna de coleóptera ocorre preferencialmente na fase seca de decomposição (ALMEIDA & MISE, 2009; URURAHY-RODRIGUES et al., 2010; OLIVEIRA-COSTA, 2013), fato observado neste estudo. Oliveira-Costa (2013) relata que esse fato ocorre devido os dípteros colonizarem a carcaça nos primeiros estágios e em grande abundância, limitando a competitividade dos coleopteras nos estágios iniciais. Outro fator que podemos inferir é o fato de que os besouros serem organismos terrestres, levando mais tempo para chegarem até o local onde ocorre a decomposição, quando de sua chegada muito do material já se

encontra degradado e consumido, ficando somente os restos secos à disposição para a decomposição destes insetos.

A família Cleridae e Dermestidae esteve presente em todas as fases da decomposição foram as espécies mais abundantes destas famílias. Em relação ao Cleridae, *Necrobia rufipes* (DeGeer, 1775) (86; 1,7%) e *Necrobia ruficollis* (Fabricius, 1775) (49; 1,0%) e *Necrobia* sp. (28; 0,6%) (Tabela 01). Segundo Almeida & Mise (2009) *Necrobia rufipes* representa a espécie mais coletada nos experimentos forense, esta informação entra em conformidade com os registros encontrados neste estudo. Carvalho et al, (2008) descreve que estes coleópteros são facilmente reconhecidos pelo corpo de coloração metálica, coberto de cerdas e antenas de quatro artículos. As observações em relação as famílias de besouros, relatadas neste estudo corroboram com os relatos de Oliveira-costa (2013) relatou que os espécimes da família Cleridae alimentam-se de larvas e gordura presa aos ossos secos.

Quanto aos Dermestidae encontrados em todas as fases, mais abundantemente nas fases coliquativa, fermentativa e esqueletização, foram identificadas sendo espécies Dermestides *maculatos* (DeGeer, 1774) (86; 1,7%) e *Dermestes* sp. (56; 1,1%) (Tabela 01).

E relação as demais famílias, esse número foi muito diferente do encontrado por Carvalho et al. (2004), em que os adultos de Histeridae só colonizaram a carcaça no décimo segundo, neste trabalho estiveram presentes a partir do segundo dia; Carvalho et al. (2004) relata que os de Staphylinidae apresentam-se sobre a carcaça no décimo terceiro, quando a carcaça já se encontrava no final da putrefação. Neste estudo os Staphylinidae foram encontrados com maior frequência no nono e décimo dia, entrando em conformidade com o autor supracitado.

Os coleópteros foram definidos por Byrd & Castner (2010) como agentes que podem promover a inumação ou exumação do cadáver, contribuindo e facilitando o consumo do corpo por outros organismos como, por exemplo, as moscas ou promovendo o retardamento da decomposição.

Em geral, Silphidae são insetos que habitam ao redor dos corpos de animais; algumas espécies vivem em fungos, formigueiros (URURAHY-RODRIGUES et al, 2010). Para Oliveira-Costa (2013), os Silphidae ocupam uma posição ecológica de predadores e de necrófagos em ambos os casos. Segundo Almeida e Mise (2009) esses insetos apresentam-se necrófagos na fase larvária e predadores quando adultos. Neste estudo foram coletados exemplares de Silphidae, *Oxelytrum cayennense* (Stürns, 1826) e *O. discicolle* (Brullé, 1840).

Wolff et al. (2001) capturaram adultos de Oxelytrum sp. durante as fases de decomposição ativa, avançada e seca, enquanto no presente estudo *Oxelytrum discicolle* já estava presente no equivalente a fase de inchaço, porém o único exemplar coleóptera não identificada na fase seca final. *O. cayennense* esta espécie colonizou as carcaças de porcos do estágio enfisematoso à esqueletização. Os resultados encontrados nas

observações realizadas neste estudo coadunam com os resultados encontrados por Ururahy-Rodrigues e colaboradores (2010) que observaram essa espécie predadora no segundo dia de intervalo pós-morte. No sétimo dia de experimento foi encontrado um exemplar desta espécie morta, próximo à carcaça onde formigas do gênero Solenopsis carregavam o exemplar possivelmente para sua colônia quando; estas foram interceptadas e coletado o exemplar coleóptera, que fez parte da contagem final dos exemplares. tera), besouros (Coleoptera), vespas (Hymenoptera), baratas (Blattaria) e ácaros.

4.1.c. Myrmecofauna

Os insetos conhecidos como formigas estão inseridos na família Formicidae e são encontrados em todos os ambientes do mundo exceto em regiões geladas e sobre a água no planeta (WILSON e HÖLLDOBLER, 2009). Atualmente são conhecidas mais de 13.505 espécies válidas distribuídas em 334 gêneros e 17 subfamílias (BOLTON, 2019). Em termos de sucessão faunística, os Hymenoptera são a terceira ordem mais numerosa de insetos presentes nas carcaças, sendo os Formicidae a família mais representativa (CAMPOBASSO et al, 2009).

Os himenópteros, neste estudo, representados pela família Formicidae mymercofauna foram classificados como o terceiro grupo na ordem em interesse forense. Durante o período do experimento foram coletados um total de 1,628 espécimes distribuídas em cinco subfamílias (Myrmicinae, Formicinae, Paraponerinae, Ponerinae, Ectatominae); nove tribos (Solenopsidini, Pheidolini, Crematogastrini, Camponotini, Lasiini, Paraponerini, Ponerini, Odontomachini, Attini, Ectotommini). Um total de 16 táxons, distribuídos em onze gêneros identificados: Solenopsis, Camponotus, Paraponera, Dinoponera, Paratrechina, Atta, Odontomachus, Acromyrmex; Ectatomma, Crematogaster e Pheidole. Conforme Campobasso *et al,* (2009); as formigas são agentes biológicos tipicamente observadas logo após a morte do animal e durante todas as fases de decomposição

A subfamília que apresentou maior riqueza foi Myrmicinae (594; 36,5%), com sete morfo-espécies e cinco gêneros (Solenopsis, Pheidole, Crematogaster, Atta, Acromyrmex). O gênero que apresentou maior número de morfo-espécies foi Ectatomma (*Ectatoma edentatum* (Roger, 1863); *E. opaciventre* (Roger, 1861); *Ectatoma* sp.), seguido por Solenopsis (*Solenopsis invicta* (Buren, 1972) *e S. saevissima* (Smith, 1855)), Camponotus (*Camponotus rufipes* (Fabricius, 1775); *C. melanoticus* (Emery, 1894)), Dinoponera (*Dinoponera gigantea* (Perty, 1833); *D. mutica* (Emery, 1901)) e Acromyrmex (*Acromyrmex subterraneus, Acromyrmex* spp.) respectivamente e por fim Pheidole sp; Crematogaster sp; Paraponera (*Paraponera clavata* (Fabricius, 1775)), Odontomachus spp; Paratrechina (*Paratrechina longicornis,* (Latreille, 1802)) e Atta spp. respectivamente (Tabela 1).

As formigas apresentam elevada riqueza e são ecologicamente importantes nos diferentes estratos dos ecossistemas terrestres (BACCARO et al., 2015). Essa ordem de insetos não está associada a uma fase de decomposição em particular, uma vez que podem ser encontrados durante todo o processo de decomposição. Elas podem se comportar

como necrófagos e predadores de larvas de outros insetos (MORETTI et al. 2008).

As formigas do gênero Atta (Saúvas), ocorrem no Brasil 10 espécies e três subespécies (DELLA LUCIA et al., 1993). Já o gênero Acromyrmex (Quenquéns) conta com 63 espécies, das quais 28 têm ocorrência constatada no Brasil (MAYHÉ-NUNES e JAFFÉ, 1998). Constatou-se na área de estudo a ocorrência de formigas-cortadeiras dos gêneros *Atta* spp. (34; 0,7% e *Acromyrmex subterraneus* (38; 0,8%) e *Acromyrmex* spp. (76; 1,5%) (Tabela 01). Paula e cols (2016) em Mato Grosso do Sul, mostrou que as formigas podem estar presentes em todos os estágios da decomposição, incluindo os gêneros isolados neste trabalho. No México, Lachaud *et al,* (2019) encontrou formigas do gênero Atta forrageando ativamente nas feridas de mamíferos mostrando a ação das formigas como agentes oportunistas.

Estes espécimes foram coletados e encontrados no substrato animal; não podemos afirmar que sua presença nas carcaças em decomposição possa estar relacionada com a atividade necrofágica, já que a função ecológica deste grupo de formigas é a herbivoria consideradas como destruidoras agroflorestais, seletivas e protagonistas de interações tróficas (LEAL *et al,* 2012) e conhecidas como formigas cultivadoras de fungos (BACCARO *et al,* 2015).

Foi observado durante o experimento que alguns indivíduos de *Acromyrmex subterraneus* e *Camponotus rufipes* transportavam pequenos pedaços de material cadavérico de *Sus scrofa* em suas mandíbulas, além de larvas de dípteros. Observou que o gênero Odontomachus um gênero de formigas carnívoras, apresentava o mesmo hábito. A característica marcante deste exemplar formicidae, conhecidas como formigas-armadilha, é apresentar um par de grandes mandíbulas retas capazes de abrir a 180 graus.

A importância da participação desses insetos em processos de decomposição cadavérica em mamíferos foi registrada por Maciel e cols. (2016) avaliando carcaça *Mus musculus* (Linnaeus) nos estágios iniciais de decomposição, foram encontradas formigas das tribos Camponotini e Crematogastrini forrageando principalmente as mucosas nasal, oral e auricular. Fonseca et al (2015) registrou as subfamílias Myrmicinae (*Crematogaster* sp.) e Formicinae (*Camponotus melanoticus*) como dominantes no domínio da carcaça de *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769).

Os registros de Chen *et al* (2014) na Malásia mostram a importância desses insetos nos estudos forenses, quando utilizaram macacos como indicadores de decomposição. Estes pesquisadores em suas casuísticas encontraram informações que espécies de formigas podem atuar como indicadores geográficos, destacando as espécies *Pheidole longipes* e *Paratrechina longicornis* distribuídas em diferentes habitats. *Paratrechina longicornis,* conhecida popularmente como formiga-louca, pelo seu andar em semi-circulo, foi registrada neste estudo 92 (1,8%) e Pheidole, conhecida como formiga-cabeçuda, foi coletada (87;1,7%) neste estudo (Tabela 01).

A presença de formicidae em estudos forenses foram relatados por Andrade-Silva

et al., (2015), mostrando a ação de *C. rufipes* e seu papel principal para a decomposição. Barros *et al,* (2008) relatou atividade de formicidae provocando danos na carcaça de suínos. Entretanto, mais atualmente Ribeiro *et al,* (2018) conduzindo estudos com decomposição de carcaça de ratos (*Mus musculus*) fez claras observações da presença e da contribuição de *C. rufipes* participando do processo de decomposição cadavérica.

Nossas observações coadunam com os registros dos pesquisadores mineiros, onde *C. rufipes* contribui na participação da aceleração do tempo de decomposição e sua presença deve ser levada em consideração a este fato, bem como estudos mais profundos abordando a presença destes decompositores biológicos, bem como a ação de demais gêneros como Camponotus (*C. rufipes* e *C. melanoticus*) e Crematogaster spp.

Exemplares da espécie Crematogaster, outro exemplar de formiga arborícola da Subfamília Myrmicinae (Crematogastrini), foi identificada desde o 2º. dia de exposição na fase fresca e durante todo os dezessete dias do experimento nos ferimentos abertos pela fase gasosa, foi encontrada se alimentando-se das feridas, bem como do sangue e tecido próximo às lesões expostas. Os exemplares apareceram ao redor dos olhos, boca, língua, sobre abdomem e genitália externa após 2º. dia da colocação da carcaça.

Outro representante dos formicidae, especialmente temível *Paraponera clavata,* conhecida na região central do Brasil como Tucandira, que apresenta características primitivas e picadas traumaticamente dolorosas (SCHMIDIT, 1990). Ramon e Danoso (2015) em suas observações relatam que este comportamento pungente pode potencialmente infirmar marcas no corpo em decomposição que podem fornecer evidências valiosas para a investigação.

Nesse sentido a ordem Hymenoptera, constituída pelas formigas, contribuem para uma interação muito importante tanto pela sua ação predadora sobre os ovos, pupas, larvas e demais artrópodes adultos como pelos danos que podem causar nos ossos, tecidos, exudatos, couro e anexos do corpo do cadáver (ARNALDOS *et al.* 2006).

Pesquisa realizada por Barros e seus colaboradores (2008) no Sul do Brasil, registrou os exércitos de formigas dos gêneros Camponotus e Pheidole, realizando remoção de estádios larvais de moscas da carcaça de porco e provocando danos nas carcaças de suínos.

As espécies dos gêneros Solenopsis (formigas lava-pés) e Camponotus (formiga carpinteiro), fazem referência ao processo de alimentação por esses formicidae. Devido à sua dieta ampla, as formigas conseguem alimentar-se em qualquer estádio da decomposição (PEROTTI & BRAIG, 2009).

Neste estudo as formigas predadoras nos ecossistemas naturais podem apresentar especificidade alimentar, ou hábitos generalistas como as representantes das tribos Solenopsidini e Camponotini, que podem consumir qualquer material de origem animal, como os registros que foram observados no experimento. Foi possível observar, alguns exemplares dos gêneros Solenopsis e Camponotus que predavam os ovos da primeira

oviposição dos dípteros dos gêneros Chrysomia e Lucilia, por volta da 1ª. semana de decomposição.

Os espécimes conhecidos como "formigas Lavapés" ou "formigas de fogo" (Myrmicinae: Solenopsidini) se encontram no grupo de insetos agressivos, causadoras de reações alérgicas pela picada aos hígidos, quando incomodadas e de lesões lacerativas pós-morte em cadáveres (BYRD & CASTNER, 2010). Catts & Goff (1992) ressaltam que este gênero, nos quais podem ajudar a estimar o IPM através o tempo necessário para o estabelecimento de uma colônia de formigas, nidificando sobre o corpo associado ao processo de decomposição.

O gênero Ectatomma, foram coletadas distribuídas sobre a carcaça e em vários locais e ao seu redor do cadáver suíno, alimentando-se do sangue proveniente das aberturas provocadas pela fase gasosa (bolhosa) no processo cadavérico, representadas por *Ectatomma edentatum* (123; 2,5%), seguida de *Ectatomma opaciventre* (110; 2,2%) e por fim *Ectatomma* spp. (74; 1,5%) (Tabela 01.)

Os representantes mymercófagos, de acordo com pesquisadores Catts & Goff (1992), Arnaldos *et al* (2006) e Byrd & Castner (2010) em suas casuísticas, indicam que os indivíduos dessa Ordem apresentam como características marcantes muito mais a necrofilia do que o ato da necrofagia, o comportamento predador desse grupo dentro da entomologia forense, pode produzir ação predatória sobre as outras espécies necrófagas. Dessa forma esses insetos podem interferir diretamente na alteração do IPM, diminuindo a abundância de insetos colonizadores da carcaça, devido sua voracidade (OLIVEIRA-COSTA, 2013).

Em relação a este último agente biológico; é possível verificar uma associação de algumas espécies de formigas aos fungos devido ao ambiente explorado por estes insetos. Rodrigues e cols. (2010) encontrou em *Paratrechina longicornis* espécies fúngicas dos filos Ascomycota e Zygomicota fazendo parte do microbiota desta formicidae. Zarzuela et al. (2007) encontrou vários fungos pertencentes aos gêneros Aspergillus, Epicoccum, Fusarium, Neurospora, Nigrospora e Rhizopus associados a diversas formigas no sudeste do Brasil, incluindo *P. longicornis.* Zetter et al (2002) encontrou em *Solenopsis invicta* e *P. longicornis* exemplares dos gêneros Absidia e Penicillium. Alguns destes gêneros fúngicos foram isolados neste estudo, mostrando que as formigas apresentam como dispersores de entidades fúngicas. Estes relatos, dos autores supracitados, em suas casuísticas, sugerem que os formicidae alberguem fungos saprofíticos e até mesmo patogênicos.

Os resultados obtidos nessa pesquisa, somados a outros registros sobre as espécies identificadas formam uma base para futuras informações e avaliações do comportamento da comunidade de Formicidae com relação à composição e distribuição desses indivíduos no processo cadavérico.

4.2 Micologia Forense

De acordo com Blackwell (2011) o número estimado mais aceito do total de espécies fúngicas existentes em nosso planeta é de 5,1 milhões, nos mais variados sítios naturais, assumindo importância em processos patogênicos, bem como na degradação e reciclagem da matéria orgânica. Fungos pode ser um instrumento útil na identificação do intervalo post-mortem, fornecendo evidências úteis para resolução de casos (TRANCHIDA *et al,* 2018) quando a Entomologia Forense não se aplica a fim de tornar clara a sucessão de colonização fúngica ocorrente nos cadáveres (HITOSUGI, 2006).

Várias são as controvérsias entre os pesquisadores em relação à micologia forense e a utilização dos fungos na identificação dos processos cadavéricos. Menezes *et al* (2008) argumenta que ainda não há uma ferramenta forense estabelecida para a determinação do intervalo "pos-morten" sendo a utilização dos fungos uma ferramenta ainda prematura. França (2012) relata que os problemas mais complexos param se esclarecer o estudo da microbiota cadavérica, está na relação ao tempo aproximado de morte, na falta de elementos cronológicos, como os presentes na fauna cadavérica, capazes de propiciar características sequenciais nos cadáveres.

Porém em 1982, pesquisadores belgas, Van de Voorde e Van Dijck, já demonstravam a correta abordagem da interação dos fungos na utilização pericial e no estabelecimento do tempo em que a morte ocorreu.

Bellini *et al* (2016) relata ser esta ferramenta um importante instrumento no auxilio forense; e Ishii (2006) e seus colaboradores, complementam indicando que há uma expectativa de tornar a micologia forense em uma ferramenta útil e confiável nas investigações criminais. Hawksworth e Wiltshire, (2011) relatam várias informações que esboçam o potencial dos fungos nas evidências e estimativa do intervalo post-mortem. E ainda Sonam *et al,* (2018) e seus colaboradores, em nota científica, relatam ser a micologia uma ferramenta indispensável para as investigações forenses.

Em relação à micota cadavérica, França (2012) relata que essa questão se encontra em cadáveres exumados, onde as questões climáticas e geográficas de cada região influenciam no surgimento e na evolução desses fungos sendo, quase que exclusivamente fungos de cada local. Assim como Alcântara Del-Campo (2007) e Oliveira-Costa (2013) definem essas questões abióticas relacionando-as aos insetos.

Nas últimas décadas, estudos de casos utilizando os fungos e consequentemente a micologia como ferramenta forense identificamos as casuísticas no Japão (ISHI *et al,* 2006; 2007, HITOSUGI *et al,* 2006), nos Estados Unidos (HAWKSWORTH & WILTSHIRE, 2011), na China (Fu *et al,* 2015), na Alemanha (SCHARZ et al, 2015); na Argentina (TRANCHIDA *et al,* 2018), na Romênia (HÖSÜKLER et al, 2018) e no Brasil, os relatos de Sidrim *et al,* (2010); Carregaro *et al,* (2010); Goebel *et al,* (2013) e Burkhardt-Rodrigues (2017).

Neste estudo, foram isolados 223 espécimens fúngicos, distribuídos em três filos,

doze ordens, 21 gêneros e 35 espécies. O filo Ascomiceto foi o mais representativo (179; 80,3%), seguido pelo filo Zygomiceto (33, 14,8%) e na sequência o filo Basidiomiceto (11; 4,9%) (Tabela 02). Lu *et al,* (2015) na China, encontrou no filo Ascomycota o mais dominante em seus relatos, seguido de Basidiomycota e outros dois filotipos Zygomycota e Chrytridiomycota.

Os fungos filamentosos (190; 85,2%) foram isolados em sua grande maioria; em contrapartida os fungos leveduriformes (33; 14,8%) receberam percentuais menores. Dentre os fungos filamentosos identificados, foi observada a seguinte distribuição em relação à ordem taxonômica: 99 UFC's da ordem Eurotiales (44,4%) com os representantes dos gêneros Aspergillus, Penicillium, Talaromyces e Paecilomyces; 33 UFC's da ordem Mucorales (14,8%) – Mucor, Rhyzopus, Circinella e Mycocladus; 18 UFC's da ordem Hypocreales (8,1%) – Fusarium e Trichoderma; 12 UFC's da ordem Capnodiales (5,4%) – Cladosporium; 11 UFC's da ordem Sordiales (4,9%) – Chrysonilia; 7 UFC's da ordem Pleosporales (3,1%) – Alternaria e Pithomyces; 3 UFC's da ordem Helotiales (1,3%) – Bothrytis e por fim 2 UFC's da ordem Trichosphaeriales (0,9%) – Nigrospora (Tabela 02).

No que se refere aos fungos leveduriformes, puderam ser isolados em seguinte frequência de ordem taxonomica: 22 UFC's da ordem Saccharomycetales (9,9%), com representantes dos gêneros Candida e Pichia; seguidos por 8 UFC's da ordem Sporodiales (3,6%) – Rhodotorula e por fim 3 UFC's da ordem Tremellales, representados pelo gênero Trichosporon (Tabela 02).

Como os fungos mais abundantes, isolados da carcaça de *Sus scrofa, Aspergillus terreus* (16; 7,2%); seguido de *Penicilium expansum* (13, 5,8%) e por fim *Aspergillus flavus, Penicillium citrinum* e *Rhizopus oryzae* (12, 5,4%) respectivamente foram as espécies mais representativas nas coletas amostrais (Tabela 2). Os Aspergilli, pertencentes ao filo Ascomycota, foram os mais comumente isolados neste estudo, com *Aspergillus terreus*, recebendo destaque entre as sete espécies isoladas e identificadas (Tabela 2).

Estes fungos são reconhecidos como sapróbitos eficientes, sendo comumente encontrados no solo (HOUBRAKEN *et al,* 2014). Podem ainda ser encontrados em ambientes fechados, onde liberam esporos, facilmente transportados pelo ar, considerados entidades anemófilas (LEITE-JR *et al,* 2018), de fato a disseminação por anemocoria é uma das principais formas de propagação de muitos fungos, e de extrema eficiência (ABBOT, 2002; HOLZ *et al,* 2007).

No Rio Grande do Sul/Brasil, Carregaro e seus colaboradores (2010), relataram o isolamento de fungos micelianos do gênero Aspergillus, Penicillium, Fusarium, Cladosporium e Alternaria fazendo parte da microbiota suína. Nos fungos leveduriformes, dentre os isolados, a levedura que recebeu maior destaque foi a espécie *Rhodotorula mucilaginosa* (8; 3,6%) seguida pelas espécies *Candida kefyr, C. krusei* e *Pichia anomala* (6; 2,7%) respectivamente, na sequência *Candida tropicalis* (4; 1,8%) e por fim *Trichosporon* spp. (3; 1,3%) (Tabela 2).

Em relatos mais antigos Van Uden *et al,* (1958) identificaram leveduras do gênero Candida associada ao intestino suíno, onde as espécies *C. tropicalis* e *C. krusei*, receberam destaque. Esse relato nos permite inferir o isolamento destas espécies no processo de decomposição, pelo fato de terem sido encontrados principalmente na mucosa oral e anal (Figura 4) do modelo experimental utilizado neste estudo.

A presença de leveduras dos gêneros Candida, Rhodotorula, Pichia e Trichosporon isoladas da carcaça, coadunam com os resultados apresentados por Carregaro *et al,* (2010), no Rio Grande do Sul/Brasil, que demonstraram a co-existência dessas espécies com exemplares de *Sus scrofa.*

As coletas das amostras de material biológico dos modelos experimentais de *Sus scrofa* L. foram realizadas com auxílio de swabs estéreis, através de movimentos de fricção nas regiões das mucosas (oral, nasal, auditivo, genital, perianal) e sobre a pele do animal, a fim de se evidenciar crescimento fúngico.

Do total de 119 amostras para avaliação laboratorial, no que se refere aos sítios anatômicos, foram encontrados UFC's em mucosa oral (17; 7,6%), mucosa nasal (34; 15,2%), conduto auditivo (15; 6,7%), mucosa anal e mucosa genital (39; 17,5%), respectivamente; pele (50; 22,4%). Na fase de esqueletização, percebe-se facilmente a evolução tanatológica e a redução dos sítios orgânicos, como não houve mais a presença de mucosas, foram coletadas amostras sobre os ossos (29; 13,0%) e pele seca (50; 22,4%) que se encontravam expostos (costela, fêmur e crânio) durante os quatro dias finais (Figura 4).

No que se refere à associação fúngica aos períodos dos processos cadavéricos foi observado uma maior concentração fúngica na terceira fase/ putrefação inicial (58; 26,0%),foi a mais abundante, seguida pela quinta fase/período seco/esqueletização (57; 25,6%), na sequência a segunda fase/enfisematosa apresentou (49;22,0%), seguido pela primeira fase/fresca (39;17,5%) e por última a fase fermentativa/coliquativa (20;9,0%) de colônias isoladas que apresentou índices menores (Tabela 2).

Nestes estádios contabilizaram menores UFC's, provavelmente possam estar ligados a pouca oferta de material orgânico. Consequentemente, o inverso, nas fases coliquativa e enfisematosa, a oferta é grande, contribuindo para uma maior exposição dos fungos. Vanrell (2016) discursa que ao cessar as funções vitais do indivíduo as defesas imunológicas também cessam, propiciando a intensificação da microbiota, causando proliferações.

Diante das observações realizadas durante o estudo, podemos concluir que no ato do repasto alimentar pelos insetos na ilha de decomposição cadavérica; adultos e larvas acabam por vezes, ingerindo partículas fúngicas, durante o avanço da voracidade, contribuindo por vezes no pouco isolamento fúngico. Rohlfs & Churchill (2011) levantam outro fato em relação à voracidade dos insetos, relatando que muitos fungos apresentam esporos resistentes, que liberam metabólitos secundários atrativos, permitindo a deglutição

e consequente passagem pelo trato digestório de artrópodes, desta forma se tornando um eficiente padrão de dispersão pelos invertebrados.

Burkhardt-Rodrigues (2017) enfatiza que nesta marcha cadavérica os tecidos sofrem degradação e o substrato orgânico utilizado pelos fungos, vai diminuindo, dificultando a permanência de muitas espécies no ambiente escasso. França (2012) relata que este fato; demonstra que o ambiente cadavérico sofre competição de diversos organismos fungos, bactérias, protozoários e insetos, facilitados pela ação dos fatores naturais.

Podemos levar em consideração que a partir do momento que cessam os sinais vitais, e se iniciam os fenômenos cadavéricos, uma população de seres biológicos da microbiota entram em alerta e iniciam os fenômenos de desintegração corporal. Esta situação se assemelha na prática clínica, quando comparamos, a microbiota residual nos hospedeiros hígidos, quando estes desencadeiam desordens que resultam em conjunto de fatores como imunodeficiência, uso de medicamentos imunossupressores, malignidades e infecções; ocorrendo alto isolamento de microrganismos devido à debilidade imunológica (BAST-JR *et al,* 2017).

Kuntz e Gilbert (2017) relatam que na estrutura e composição da microbiota residual podem conter informações úteis que também podem ser usadas para fins forenses, analisando o estilo de vida do hospedeiro, como dieta, ocupação, viagens, medicamentos, e estes itens podem influenciar a composição e estrutura do microbioma. Isso sugere que o perfil da comunidade microbiana internamente e externamente sobre nosso corpo poderia revelar informações que poderiam representar uma nova evidência residual.

Nesse sentido, observou-se ainda, uma frequência maior isolamento de fungos leveduriformes nos período fresco, enfisematoso para o coliquativo, onde esse aparecimento possa estar relacionado à diminuição da ação de bactérias; fazendo com que a microbiota fúngica das mucosas perpetuassem seu crescimento; uma vez que muitas espécies constituem microbiota de mucosas (SIDRIM *et al,* 2004), isto remete; uma vez que os sinais vitais desaparecem do corpo, as leveduras e demais microbiota encontram um ambiente fértil para proliferação.

Vanrell (2016) indica que este fato pode estar ligado ao processo de degradação sofrido pelo cadáver, quando as barreiras corporais começam a deteriorar ocorrendo à comunicação entre as partes anatômicas, facilitando o acesso dos agentes biológicos da microbiota a outros locais do corpo.

Nesse contexto, podemos inferir que estes isolamentos possam estar ligados pela ação da inserção de microrganismos anemófilos do ambiente ou pela ação mecânica de insetos necrófagos e dos demais visitantes, que carreiam particulas fúngicas, albergadas sobre seus corpos, contribuindo sobremaneira para o processo de colonização e de putrefação.

Abbot (2002) e Holz *et al,* (2007) enfatizam, que por anemocoria os esporos dos basidiomicetos e ascomicetos são facilmente dispersos pelo ar, neste caso albergando

sobre depressões de insetos, para sua dispersão, sendo considerado por estes autores uma relação benéfica para ambos (fungo e artrópode).

Sidrim, et al. (2009) em pesquisa realizada no Ceará, região noroeste do Brasil, encontrou a presença de fungos em cadáveres humanos. As amostras foram coletadas das mucosas, pele, roupas e cabelos, sendo os principais fungos isolados dos gêneros Aspergillus, Penicillium e Candida. Os resultados encontrados por este pesquisador e seus colaboradores coadunam com os resultados em nível de espécies com este estudo, onde foram isolados estes gêneros fúngicos.

Os achados de Goebel et al, (2013) isolaram também como filamentoso Penicillium spp. e leveduras do gênero Candida. Aplicando a mesma técnica de swab's estéreis sobre mucosas para avaliar a sucessão micológica em porcos em Santa Catarina/Brasil.

Burkhardt-Rodrigues (2017) encontrou nos filamentosos os gêneros Acremonium, Aspergillus, Cladosporium, Curvularia, Mucor, Scedosporium e sete espécies de leveduras *Arthrographis* spp, *Rhodotorula* spp. e destaque especial para as espécies *Candida guilliermondii, Candida krusei, Candida lipolytica, Candida tropicalis, Candida zeylanoides.*

Os relatos da biota fúngica pelo mundo, demonstram nas casuísticas de Schwarz et al. (2015) investigando casos de autópsias na Alemanha, encontrou 24 espécies, de diferentes fungos em amostras de pele, isolando 11 gêneros fúngicos: Aspergillus, Candida, Debaryomyces, Helicostylum, Lichtheimia, Mucor, Penicillium, Pseudogymnoascus, Rhizopus, Scopulariopsis e Yarrowia.

Pesquisadores chineses, Fu *et al,* (2015) encontram os gênero Mrakia, Aspergillus, Amorphotheca, Ophiocordyceps e Alternaria na sucessão do progresso da decomposição. Já Tranchida e seus colaboradores (2018) na Argentina, encontraram amostras fúngicas na superfície de dois cadáveres, isolando os gêneros Arthrinium, Aspergillus, Candida, Cladosporium, Chrysosporium e Scopulariopsis.

Diante de toda essa micobiota isolada no substrato cadavérico, podemos citar o crescimento de fungos dos gêneros Aspergillus e Penicillium, que são reconhecidos como representantes anemófilos e de crescimento fácil em qualquer substrato orgânico (LEITE-JR *et al,* 2012, 2018), esses fungos da família Aspergillaceae, foram isolados em todas as fases de decomposição, atingiram seu pico na fase gasosa sendo Aspergillus (19; 8,5%), Penicillium (7; 3,1%) e Talaromyces (3;1,3%) (Tabela 02).

Outros fungos que se mostraram bem representativos foram os representantes da ordem Mucorales que são em sua grande maioria gêneros safrófitas terrestres sendo grandes agentes de decomposição da matéria orgânica, nos processos iniciais de reciclagem; sendo seus esporos aerotransportados facilmente (SIDRIM *et al,* 2004). Esse meio de locomoção, muito utilizado pelos esporos quer sejam eles, pólen, esporos de plantas, esporos fúngicos ou qualquer outra entidade microscópicas no ar, que flutuam em qualquer momento tanto diuturnamente quanto sazonalmente (NEVALAINWEN *et al,* 2015), contribuindo com as evidências, que demonstram a existência destes fungos nos

resultados encontrados neste estudo.

Em relação aos fungos da ordem Hypocreales, que incluem os gêneros Trichoderma e Fusarium foi possível observar que o ecossistema cadavérico pode abrigar outras espécies que participam como decompositores da matéria orgânica. Neste estudo foi observada sucessão comunitária em progresso da decomposição entre os fungos das ordens Capnodiales, Eurotiales, Helotiales, Hypocreales, Pleosporales, Saccharomycetales, Sordoriales, Trichosphaeriales, Xyraliales, Mucorales, Sporodiales e Tremellales. (Tabela 02).

As sucessões ecológicas destas espécies de fungos demonstram a completa interação destes organismos juntamente com ação de demais outros grupos de agentes necrofílicos, mostrando que esse grupo de organismos pode ser utilizado como indicadores de tempo de morte.

As primeiras luzes dentro do campo da micologia forense se atribuem aos investigadores Van de Voorde e VanDijck (1982) que estudaram a interação desses eucariotos no estabelecimento da morte. Mais atualmente, as descobertas de Hawksworth e Wiltshire, (2011) estimaram o tempo de morte de um corpo em Londres, isolando fungos da região mandibular de um cadáver no distrito de Ruislip, contradizendo a estimativa do médico legista, evidenciando dessa forma a importância do estudo dos fungos dentro do âmbito forense.

Entretanto quando observamos a fase final, o período de esqueletização (período 15º ao 17º. dia) foi à fase em que podemos observar um aumento no isolamento 57 UFC's, nesse substrato para crescimento fúngico se encontra reduzidos de suplementação e condições pouco explorativa para os mesmos, uma vez ser o corpo cadavérico uma fonte de matéria orgânica. Em contrapartida encontramos uma inversão, pois uma fase antes denominada putrefação escura esse isolamento se mostrou menor.

Diante deste fato, após a perda dos tecidos moles, os ossos ficam expostos aos vários elementos abióticos começando a degradar-se, podendo surgir fissuras, fraturas, descalcificação ou mesmo a sua dissolução (CAMPOBASSO *et al,* 2001). Os fungos podem corroer a superfície óssea afetando assim a preservação desse material.

Os resultados desta pesquisa coadunam com os resultados de pesquisadores japoneses, Hitosugi *et al* (2006) e Ishii *et al.* (2007) em suas casuísticas, fazem referência a essa fase final do processo de degradação corporal, encontrando semelhanças nessas condições de crescimento dos microrganismos fúngicos. Outro pesquisador Menezes *et al,* (2008) reforça essa ação explorativa enfatizando que ao analisar o crescimento fúngico devem ser levados em considerações as diferentes condições climáticas em que são encontrados estes agentes, e estudos experimentais adicionais devem ser conduzidos, levando em consideração as taxas de crescimento e padrões de fungos.

Pesquisadores romenos Hösükler et al, (2018) enfatizam ainda, que assim como os insetos mostram uma consecutividade pós-morte na entomologia forense, as espécies de

fungos precisam de mais estudos e verificar se elas também mostram uma consecutividade pós-morte e também possam ser usadas na especificação do intervalo pós-morte.

Diante das análises e observações realizadas durante o estudo, há de se levar em consideração a identificação e a variedade de espécies que foram isolados nesse estudo em avaliação aos processos cadavéricos. Lacaz *et al,* (2002) enfatiza que os agentes fúngicos podem servir como agentes oportunistas, provocando colonização em cavidades preexistentes. Seus conídios se tornam fáceis de disseminação, podendo ser fáceis agentes de contaminação, exigindo padrões de segurança (SCHWARZ *et al,* 2015), sendo importante observar suas características ecológicas e patológicas, pois estas entidades assumem relevância epidemiológica diante dos profissionais peritos e demais equipe na execução da necropsia, tornando-os expostos a esses seres biológicos implicados em micoses humanas, infecções pulmonares e até manifestações sistêmicas graves.

5 I CONCLUSÃO

A utilização dos insetos como parâmetros para identificação de crimes no cenário forense está bem estabelecida principalmente quando utilizados os dípteros e coleópteros como vestígios na elucidação de crimes. Os fungos, entretanto foram considerados por muito tempo apenas como agentes de degradação biológica, e sua utilização subestimada a poucas informações. Nos dias atuais esses organismos eucariotos tem demonstrado um importante papel no cotidiano humano, além de seu envolvimento nas doenças humanas, das plantações e no controle alimentar.

A cronologia da morte apresenta vários fatores que variam de caso a caso. O estudo tem demonstrado o quanto são diversificados seus achados. A determinação do tempo da morte é um diagnóstico difícil e muitas vezes seus fatores se tornam difíceis de obter. Normalmente associado à podridão e a decadência orgânica, os fungos, tem sido negligenciado, quanto ao seu potencial e organismo de grande recurso que poderia ajudar a humanidade a lídar com alguns de seus maiores problemas. Este estudo abre uma nova perspectiva em que os fungos possam desempenhar um papel nas ciências forenses, a descrição destes achados já permite traçar um horizonte para o assunto e desta forma se revestindo de importância, a fim de estabelecer uma análise criteriosa dos elementos fúngicos utilizados como parâmetros para a estimativa póst-mortem.

Este trabalho apresenta um passo inicial ao estabelecimento dos espécimes fúngicos nas atividades dos fenômenos cadavéricos, sendo necessária pesquisa com maior número amostral, para melhor caracterização e identificação dos achados micológicos e estabelecer o real papel dessas entidades, a fim de esclarecer e preencher as lacunas que envolvem esses microrganismos como instrumento que possam ser usados nas investigações técnico-científico e médico-legal.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors express their thanks to Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) and Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) for their financial support.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não ter interesses conflitantes, no desenho do estudo; nas coletas, análise ou interpretação de dados; na redação do manuscrito; ou na decisão de publicar os resultados.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Diniz Pereira Leite Júnior foi o pesquisador chefe, desenhou o estudo. D.P.L.J. e Elisangela Santana de Oliveira Dantas conduziram o estudo, realizaram as coletas e identificação dos espécimes entomológicos. D.P.L.J. e Claudete Rodrigues de Paula isolaram e identificaram os espécimes fúngicos. D.P.L.J. escreveu o manuscrito e preparou figuras e/ou tabelas. Heitor Simões Dutra fez a tradução do manuscrito para a língua inglesa. Todos os autores analisaram os dados, revisaram o rascunho do documento e realizaram a avaliação da versão final e a aprovação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

ABBOTT S.P. **Insects and other arthropods as agents of vector-dispersal in fungi,** Oxford University Press, London, UK, 2002.

ALCÂNTARA DEL-CAMPO, E.R. **Medicina Legal**. 4ª. Ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

ALMEIDA, L. M.; MISE, K. M. **Diagnosis and key of the main families and species of South American Coleoptera of forensic importance**. Rev Bras Entomol, 53(2): 227-244, 2009.

AMENDT, J.; RICHARDS, C.S.; CAMPOBASSO, C.P.; ZEHNER, R.; HALL, M.J.R. **Forensic entomology: applications and limitations.** Forensic Science, Medicine, and Pathology, 7:379-392, 2011.

ANDRADE-SILVA J.; PEREIRA, E.K.C.; SILVA, O.; SANTOS, C.L.C.; DELABIE, J.H.C., REBÊLO, J.M.M. **Ants (Hymenoptera: Formicidae) associated with pig carcasses in an urban area.** Sociobiology 62: 527-532, 2015.

ARNALDOS MI, PRADO E CASTRO C, PRESA JJ, LÓPEZ-GALLEGO E, GARCÍA MD. **Importancia de los estudios regionales de fauna sarcosaprófaga. aplicación a la práctica forense.** Ciencia Forense, 8: 63-82, 2006.

BACCARO, F.B. **Chave para as Principais Subfamílias e Gêneros de Formigas (Hymenoptera: Formicidae).** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA Programa de Pesquisa em Biodiversidade – PPBIO. 2006.

BACCARO, F.B., FEITOSA, R.M., FERNANDEZ, F., FERNANDES, I.O., IZZO, T.J., SOUZA, J.L.P., SOLAR, R. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil.** Manaus: Editora INPA, 388 p., 2015.

BANDARRA, E.P.; SEQUEIRA, J.L. **Tanathology: abiotical cadaveric phenomenons**. Continuos Educational Journal/CRMV-SP, São Paulo, 2(1):59-63, 1999a.

BANDARRA, E.P.; SEQUEIRA, J.L. **Thanatology: transformatives cadaveric phenomenons.** Continuous Educational Journal/CRMV-SP. São Paulo, 2(3):72·6, 1999b.

BARBOSA, M.R.R., GRACIOLLI, G. & PAIVA, F. **Diptera, Drosophilidae, Zaprionus indianus Gupta, 1970: distribution extension for the state of Mato Grosso do Sul, Brazil.** Check List, 8: 175-176, 2012. https://dx.doi.org/10.15560/8.1.175.

BARROS A.S., DUTRA F., FERREIRA. R. **Insects of forensic importance from Rio Grande do Sul state in southern Brazil.** Rev Bras Entomol, 52(4): 641–646, 2008.

BAST-JR, R.C., CROCE, C.M., HAIT, W.N., HONG, W.K., KUFE, D.W., GEBART-PICCART, M., POLLOCK, R.E., WEICHSELBAUM, R.R., HOLLAND, J.F. **Holland–Frei Cancer Medicine.** American Association for Cancer Research. 9th. Ed. Wiley Blackwell, p. 2008, 2017.

BELLINI E., AMBROSIO E., ZOTTI M., NUCCI G., GABRIEL M., VANEZIS P. **The usefulness of Cadaverica Fungi as an Investigation tool.** The American J Forensic Med & Pathol. 37(1):23, 2016.

BLACKWELL, M. **Os fungos: 1, 2, 3... 5,1 milhões de espécies?** Sou. J. Bot., 98 , 426-438, 2011.

BOLTON, B. **An online catalog of the ants of the world**. Disponível em www.http://antcat.org. Acesso em 05/03/2019, 2019.

BONILLA, M., NAVARRETE-HEREDIA, J.L.; NORIEGA, J.A. **Silphidae (Insecta: Coleoptera)** de **Colombia: Diversidad Y Distribución.** Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa. 58: 135-152, 2016.

BORRI, P. **As Formas de muerte**, in: Medicina Legal - Scigliano H; Berro, G & Soiza Faculdad de Medicina de Montevideo, Montevidéu: 141-155, 1989.

BURKHARDT-RODRIGUES, T. **Avaliação da sucessão fúngica em carcaça de suíno (*Sus Scrofa* L.) para a determinação de intervalo post mortem.** Revista Especialize On-line IPOG – Goiânia 13(01): 1-23, 2017.

BUZZI, Z.J.; **Entomologia Didática.** Editora Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, ISBN: 9788573352986. p 579, 2013.

BYRD, J.H. & CASTNER, J.L. **Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations.** 2nd. Ed. CRC Press, Boca Raton. 2010. 681 pp.

CAINÉ, L; CORTE REAL, F; SALOÑA-BORDAS, M; PANCORBO, M; LIMA, G; MAGALHÃES, T; PINHEIRO, F. **DNA typing of Diptera collected from human corpses in Portugal**. Forensic Sci Int; 84 (1-3):21-23, 2009. http://dOI:10.1016/j.forsciint.2008.10.016.

CAMPOBASSO, C.P., MARCHETTI, D., INTRONA, F., COLONNA, M.F. **Postmortem artifacts made by ants and the effect of ant activity on decomposition al rates**. Am. J. Foren. Med. Pathol. 30: 84–87, 2009.

CAMPOBASSO, C.P.; VELLA, G. & INTRONA, F. **Factors affecting decomposition and Diptera colonization.** Forensic Science International 120: 18–27, 2001.

CARREGARO F.B., SPANAMBERG A., SANCHES E.M.C., ARGENTA J.S., PEREIRA D.I.B., ZANETTE R., SANTURIO J.M., BARCELLOS D.E.S.N. & FERREIRO L. **Fungal microbiota isolated from healthy pig skin.** Acta Sci Vet. 38(2): 147-153, 2010.

CARVALHO, C.J.B. & MELLO-PATIU, C.A. **Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America.** Rev Bras Entomol; 2008, 52(3): 390-406.

CARVALHO, L.M.L., THYSSEN, P.J., GOFF, M.L. & LINHARES, A.X. **Observations on the succession patterns of necrophagous insects on a pig carcass in an urban área of southeastern Brazil.** Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology. 5(1): 33-39, 2004.

CARVALHO, L.M.L; THYSSEN, P.J; LINHARES, A.X; PALHARES, F.A.B. **Checklist of arthopods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil.** Memórias do Inst. Oswaldo Cruz 95:135-138, 2000.

CATTS, E.P. & GOFF, M.L. **Forensic entomology in criminal investigations.** Ann Rev Entomol 27: 253–272, 1992.

CHANDLER, J.A.; EISEN, J.A.; KOPPA, A. **Yeast Communities of Diverse Drosophila Species: Comparison of Two Symbiont Groups in the Same Hosts**. App Environ Microbiol 78(20): 7327–36, 2012.

CHEN, C.D; NAZNI, W.A.; LEE, H.L; HASIM, R; ABDULLAH, N.A.; RAMLI, R; LAU, K.W.; HEO, C.C.; GOH, T.G; IZZUL, A.A.; SOFIAN-ZIRUN, M. **Preliminary report on ants (Hymenoptera: Formicidae) recovered from forensic entomological studies conducted in different ecological habitats in Malaysia.** Trop Biomed 31(2): 381–386, 2014.

CORRÊA, R.C. **Uso da modelagem ecológica de nichos como ferramenta para o conhecimento da distribuição geográfica potencial de Coleoptera de importância forense no Brasil.** Tese apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, 2014.

CROCE, D, CROCE Jr, D. **Manual de medicina legal**. 8ª ed. São Paulo: Saraiva; 2012.

DANTAS E.S.O., LEITE-JR D.P., SOUZA J.D., CARMO R.R., SILVESTRE F.G., MALTEMPI P.P.P. **Genetic Identification of Necrophagous Insect Species (Diptera) of Forensic Importance Sampled from Swine Carcasses in Mato Grosso, Midwestern Brazil.** J Forensic Res, 7(2):323, 2016.

DELABIE, J.H.C.; FEITOSA, R.; SERRAO, J.E.; MARIANO, C.; MAJER, J. **As formigas Poneromorfas do Brasil.** Ilheus: Editus, 2015. p. 477.

DELLA-LUCIA, T.M.C. **As formigas cortadeiras**. Viçosa: UFV 262p, 1993.

DIAS, F. C. **Estudos preliminares de Dipteros de interesse forense na região do cerrado Cuiabá-MT**. 31 f. Dissertação (Monografia em Ciências Biológicas) – Área de conhecimento em Ciências Agrárias, Biológicas e Engenharias, Várzea Grande, Mato Grosso, 2010.

DUGAN, F.M. **The Identification of Fungi: An Illustrated Introduction with Keys, Glossary, and Guide to Literature.** The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA, 2006, 176 p.

FARIA, L. D. B.; GODOY, W. A. C.; TRINCA, L. A. **Dynamics of handling time and functional response by larvae of *Chrysomya albiceps* (Dipt., Calliphoridae) on different prey species**. J Applied Entomol, 128(6):432-36, 2004.

FÁVERO, F. **Medicina legal**. 12ª Ed. Belo Horizonte: Villa rica, 1991.

FONSECA, A.R., CAMPOS, R.B.F., & SILVA, G.F. **Formigas em carcaças de *Rattus norvegicus* (Berkenhout) em uma área de Cerrado no Sudeste do Brasil: Riqueza e Abundância.** EntomoBrasilis, 8(1), 74-78, 2015.

FRANÇA G.V. **Medicina legal**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2012.

FU, X.L; GUO, J.J; ZHU, Z.Y; DING, Z.Y; ZHA, L; CAI, J.F. **The potential use of fungi community in postmortem interval estimation in China.** Forensic Science International: Genetics Supplement Series 5:476-78, 2015. http://dx.doi.org/10.1016/j.fsigss.2015.09.189.

GENNARD, D. **Forensic entomology: an introduction.** 2nd. ed. Oxford: John Willey & Sons Ltd., 2012. 272 p.

GOEBEL, C. S.; OLIVEIRA, F. M.; SEVERO, L. C.; PICANÇO, J. B, & C. S. ALHO. **Análise micológica durante a decomposição cadavérica**. Rev Ciências Méd Biol. 12(1): 28-32, 2013.

GOMES, H. **Medicina legal.** 32ª Ed. Rio de Janeiro: Freitas de Barros; 1997.

GOMES, L. **Entomologia Forense. Novas Tendências e Tecnologias nas Ciências Criminais.** 1ª. Ed. Technical Books Ed. Rio de Janeiro, p. 524, 2010.

GOMES, L.H, ECHEVERRIGARAY, S, CONTI, J.H, LOURENÇO, M.V.M., DUARTE, K.M.R. **Presence of the Yeast *Candida tropicalis* in Figs Infected by the fruit fly *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae).** Bras J Microbiol 34:5-7, 2003. http://dx.doi.org/10.1590/S1517-83822003000100002.

HAWKSWORTH D.L. & WILTSHIRE, P.E.J. **Forensic mycology: the use of fungi in criminal investigations.** Forensic Sci. Intern. 206:1-11, 2011.

HERCULES H.C. **Medicina legal texto e atlas**. São Paulo: Atheneu; 2008.

HITOSUGI, M.; ISHII, K.; YAGUCHI, T.; CHIGUSA, Y.; KUROSU, A.; KIDO, M; NAGAI, T.; TOKUDOME, S. **Fungi can be a useful forensic tool.** Legal Med, Tokyo, 8(4): 240-242, 2006.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The superorganism: the beauty, elegance, and strangeness of insect societies**. WW Norton & Company. 521p. 2009.

HOLZ G., COERTZE S., WILLIAMSON B. **The Ecology of Botrytis on Plant Surfaces. Botrytis: Biology, Pathology and Control.** Springer Netherlands, 9-27, 2007.

HÖSÜKLER, E; ERKOL, Z; PETEKKAYA, S; GÜNDOGDU, V; SAMURCU, H. **Fungal growth on a corpse: a case report**. Rom J Leg Med 26:158-161, 2018. http://doi:10.4323/rjlm.2018.158.

HOUBRAKEN, J.; DE VRIES, R. P.; SAMSON, R. A. **Modern taxonomy of biotechnologically important Aspergillus and Penicillium species**. Adv Appl Microbiol, 86:199-249, 2014.

ISHI K; HITOSUGI M, KIDO M, YAGUCHI T, NISHIMURA K, HOSOYYA T, TODUDOME S. **Analysis of fungi detected in human cadavers.** Leg. Med., Tokyo, 8 (3): 188-190, 2006.

ISHII, K; HITOSUGI, M; YAGUCHI, T; TODUDOME, S. **The importance of forensic mycology.** Legal Medicine, Tokyo, 9(5):287, 2007.

KLICH, M.A. **Identification of common Aspergillus species.** The Centrallbureau voor Shcimmelcultures, Utrecht, The Netherlands. *An Institute of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences*, 2002.

KNIGHT, B. **Forensic Pathology**. 2ª ed. New York, Oxford University Press, 1996.

KOSMANN, C., MELLO, R.P., HARTERREITEN-SOUZA, E.S., PUJOL-LUZ, J.R. **A List of Current Valid Blow Fly Names (Diptera: Calliphoridae) in the Americas South of México with Key to the Brazilian Species.** EntomoBrasilis 6 (1): 74-85, 2013. doi:10.12741/ebrasilis.v6i1.266.

KUNTZ, T.M., GILBERT, J.A. **Introducing the microbiome into precision medicine.** Trends Pharmacol Sci 38: 81–91, 2017.

LACAZ CS, PORTO E, MARTINS JEC, HEINS-VACCARI EM, MELLO NT. **Tratado de Micologia Médica Lacaz**. 9ª Ed. São Paulo: Savier; 2002.

LACHAUD, J.P; PÉREZ-FLORES, J; PÉREZ-LACHAUD, G. **Opportunistic Predation by Leaf-Cutting Ants (Hymenoptera: Formicidae) on a Wounded Baird's Tapir (Mammalia: Perissodactyla: Tapiridae) in México.** Florida Entomologist, 102(1): 251-253. https://doi.org/10.1653/024.102.0145.

LEAL, I. R.; WIRTH, R.; TABARELLI, M. **Formigas-cortadeiras e a ambiguidade de suas relações com plantas.** In: DEL-CLARO, K., TOREZAN-SILINGARDI, H. M. Ecologia das Interações Plantas-Animais: Uma Abordagem Ecológico-Evolutiva. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012. p. 215–240.

LEITE-JR D.P., YAMAMOTO A.C.A., AMADIO J.V.R.S., MARTINS E.R., LEAL-SANTOS F.A., SIMÕES S.A.A., HAHN R.C. **Trichocomaceae: biodiversity of Aspergillus spp and Penicillium spp residing in libraries.** J Infect Dev Ctries, 6(10):734-43, 2012.

LEITE-JR., D.P., PEREIRA, R.S., ALMEIDA, W.S., SIMOES, S.A.A., YAMAMOTO, A.C.A., SOUZA, J.V.R., MARTINS, E.R., LEAL-SANTOS, F.A. AND HAHN, R.C. **Indoor Air Mycological Survey and Occupational Exposure in Libraries in Mato Grosso-Central Region—Brazil.** Adv Microbiol, 8, 324-353, 2018. https://doi.org/10.4236/aim.2018.84022.

LENHART, P.A.; DASH, S.T.; MACKAY, W.P. **A revision of the giant Amazonian ants of the genus Dinoponera (Hymenoptera, Formicidae).** J Hymenoptera research 31: 119–164, 2013. https://doi:10.3897/JHR.31.4335.

LESLIE, J.F.; SUMMERELL, B.A., BULLOCK, S. The Fusarium Laboratory Manual. 1st. Ed. Blackwell Publishing, 388p. 2006.

MACIEL, T.T; BARBOSA, B.C; SANTOS-PREZOTO, H.H; PREZOTO, F. **Record of foraging of ants (Hymenoptera, Formicidae) in vertebrate carcasses.** Acta Sci Biol Sciences Maringá, 38(4): 491-494, 2016.

MARCHIORI, CH. **Técnicas e Coleta e Captura de Insetos das Ordens Diptera e Hymenoptera Coletadas no Estado de Goiás.** Biológico, 78(1):1-5, 2016.

MARIANI, R.; GARCÍA-MANCUSO, R.; VARELA, G.L., INDA, A.M. **Entomofauna of a buried body: Study of the exhumation of a human cadaver in Buenos Aires, Argentina.** Forensic Sci Inter, 237:19-26, 2014.

MARSHALL, S.A. WHITWORTH, T and ROSCOE, L. **Blow flies (Diptera: Calliphoridae) of eastern Canada with a key to Calliphoridae subfamilies and genera of eastern North America, and a key to the eastern Canadian species of Calliphorinae, Luciliinae and Chrysomyiinae.** Canadian Journal of Arthropod Identification No. 11, 2011. Disponível em: https://cjai.biologicalsurvey.ca/ mwr_11/mwr_11.pdf. Acesso em 17 Fev 2019. doi:10.3752/cjai.2011.11.

MATO GROSSO. **Mato Grosso e seus municípios** (2012). Disponível em: http://www.mteseusmunicipios.com.br/NG/conteudo.php?sid=267&cid=1080. Accesso em 29 de Maio de 2018.

MAYHÉ-NUNES A.J., JAFFÉ K. **On the biogeography of Attini (Hymenoptera: Formicidae).** Ecotropicos. 11(1):45–54, 1998.

MENEZES R.G., KANCHAN T., LOBO S.W. **Cadaveric fungi: not yet an established forensic tool.** J Forensic Leg. Med. 15:124-25, 2008.

MONTEIRO, T.T; SILVA, E. N; BRAVO, F.R. **Levantamento taxonômico e sazonalidade de Calliphoridae, Muscidae e Fanniidae (Insecta: Diptera) em Feira de Santana, Bahia, Brasil.** Entomobrasilis. 7(3): 171-177, 2014.

MORETTI, T.C.; RIBEIRO, O.B.; THYSSEN, P.J.; SOLIS, D.R. **Insects on decomposing carcasses of small rodents in a secondary forest in Southeastern Brazil.** Eur J Entomol. 105: 691-696, 2008.

NEVALAINWEN A., TAUBEL H., HYVARINEN A**. Indoor fungi: companions and contaminants.** Indoor Air; 25: 125–156, 2015. https://doi:10.1111/ina.12182.

OLIVEIRA-COSTA, J. **Entomologia Forense: quando os insetos são vestígios**, 3ª Ed. Millennium Ed, Campinas, SP, 2013.

PACZKOWSKI, S. & SCHÜTZ, S. **Post-mortem volatiles of vertebrate tissue**. Applied Microbiology and Biotechnology 91(4): 917-935, 2011.

PALACIO, E. E. & FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las hormigas de la región neotropical.** Instituto Humboldt, Bogotá. 424 pp. 2003.

PATITÓ, J.A. **Medicina Legal.** San Isidoro: Centro Norte, 2000.

PAULA, M.C; MORISHITA, G.M; CAVARSON, C.H; GONÇALVES, C.R; TAVARE, P.R.A; MENDONÇA, A; SUAREZ, Y.R.S; ANTONIALLI-JUNIOR, W.F. **Action of Ants on Vertebrate Carcasses and Blow Flies (Calliphoridae).** J Med Entomol, 2016, 1–9. https://doi: 10.1093/jme/tjw119.

PEROTTI MA, BRAIG HR. **Phoretic mites associated with animal and human decomposition.** Experimental and Applied Acarology5-124, 2009.

PESSOA, S. B. & LANE, F. **Coleópteros Necrófagos de Interessse Médico-Legal**. Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo, vol II, p. 389-504. 1945.

PINHEIRO, D.S.; REIS, A.A.S.; JESUÍNO, R.S.A.; SILVA, H.M.V. **Variáveis na estimativa do intervalo pósmorte por métodos de entomologia forense**. Enciclopédia Biosfera, 8 (14): 1142-2012, 2012.

PITT JI & HOCKING AD. **Fungi and Food Spoilage**. 3rd. Ed. Springer Dordrecht Heidelberg London New York Cambridge: 519 p, 2009.

PITT JI. **A laboratory guide to common Penicillium species.** Australia: Food Science Australia a Joint Venture of CSIRO; AFISC; 197 p., 2000.

PITTS, JAMES P., CAMACHO, GABRIELA P., GOTZEK, DIETRICH, AND MCHUGH, JOSEPH V. **Revision of the Fire Ants of the Solenopsis saevissima SpeciesGroup (Hymenoptera: Formicidae).** *Proc Entomol Soc Washington*. 120 (2):308–411, 2018. https://doi.org/10.4289/0013-8797.120.2.308.

PUJOL-LUZ, J R, SANTANA F.H. **Chaves Para Identificação de Moscas (Diptera) com especial atenção para as de Interesse para a Entomologia Forense**. Universidade de Brasília. Instituto de Biologia. Departamento de Zoologia, 2004.

PUJOL-LUZ, J. R.; ARANTES, L. C.; CONSTANTINO, R. **Cem anos da entomologia forense no Brasil (1908-2008).** Rev Bras Entomol, 52:.485-492, 2008.

RAMÓN, G & DONOSO, D.A. **The Role of Ants (Hymenoptera: Formicidae) In Forensic Entomology.** REMCB 36: 19-26, 2015.

RATCLIFFE, B.C. **The Carrion Beetles (Coleoptera: silphidae) of Nebraska.** Vol. 13. Bulletin of the University of Nebraska State Museum, 1996.

REMES, L. **Estudo Anatômico e Morfométrico para Identificação Humana– Uma Contribuição para a Antropologia Forense E Medicina Legal.** Trabalho de Conclusão do Curso Curso de Bacharelado em Biomedicina – Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba – PR, 2016.

RIBEIRO, L.F.; VARGA, T; LOPES, J.F.S. **Effect of ants on Mus musculus Linnaeus, 1758 (Rodentia: Muridae) carcasses decomposition: a preliminary study in an Atlantic Forest fragment.** Rev Bras Zoociências 19(3): 148-160. 2018.

RODRIGUES, A.; SOLI, D.R; FOX, E.G.P; PAGNOCCA, F.C; BUENO, O.C. **Preliminary List of Microfungi found in *Paratrechina longicornis* (Hymenoptera: Formicidae).** Florida Entomologist, 93(4), 2010.

ROHLFS M., & CHURCHILL A.C.L. **Fungal secondary metabolites as modulators of interactions with insects and other arthropods**. Fungal Genetics and Biology, 48: 23-34, 2011.

ROLIM G., CAMARGO M.B.P., LANIA D.G., MORAES J.F.L. **Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite e sua Aplicabilidade na Determinação de Zonas Agroclimáticas para o Estado de São Paulo.** Bragantia, Campinas; 66 (4): 711-20, 2007.

SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. & RIBEIRO, J.F. **Cerrado: ecologia e flora.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Vol.1., p.152-212. 2008.

SCHIMITT, A, CUNHA, E, & PINHEIRO, J. **Forensic Anthropology and medicine - Complementary sciences from recovery to cause of death.** Totowa, New Jersey: Humana Press, 2006.

SCHMIDT, J. **Hymenopteran venoms: striving toward the ultimate defense against vertebrates**. In: Evans DL and Schmidt JO (eds.) Insect defenses: adaptive mechanisms and strategies of prey and predators. State University of New York Press, USA, 1990.

SCHWARZ P, DANNAOUI E, GEHL A, FELKSE-ZECH H, BIRNGRUBER C.G, DETTMEYER R.B, VERHOFF M.A. **Molecular identification of fungi found on decomposed human bodies in forensic autopsy cases**. Int J Legal Med; 129:785-791, 2015.

SIDRIM J.J. & MOREIRA J.L.B. **Fundamentos clínicos e laboratoriais da micologia médica.** Rio de Janeiro. Guanabara-Koogan, 1999.

SIDRIM J.J. & ROCHA M.F.G. **Micologia Médica à luz de Autores Contemporâneos.** Ed. Guanabara Koogan S/A, 89-93, 2004.

SIDRIM, J.J., MOREIRA, FILHO, R.E, CORDEIRO, R.A, ROCHA, M.F, CAETANO, P.E, MONTEIRO, A.J, BRILHANTE, R.S. **Fungal microbiota dynamics as a post-mortem investigation tool: focus on Aspergillus, Penicillium and Candida species.** J Applied Microbiol 108(5):1751–1756, 2010. https://doi:10.1111/j.1365-2672.2009.04573.x.

SINDRIM, J.J.C, MOREIRA, J.L.B. **Fundamentos clínicos e laboratoriais da micologia médica.** Ed. Guanabara Koogan, 1999.

SOMAM, M., SUHAIL, S., SINGH, S., SAMADI, F.M. **Mycology- An Emerging Tool in Forensic Investigations.** Heal Talk. Oral Pathology & Microbiology. 10(4):46, 2018.

SUMMERELL, B.A.; SALLEH, B; LESLIE, J.F. **A Utilitarian Approach to Fusarium Identification.** Plant Disease, 87(2): 117-128, 2003.

TABOR, K. L., BREWSTER, C. C., FELL, R. D. **Analysis of the Successional Patterns of Insects on Carrion in Southwest Virginia.** J Med Entomol. 41(4): 785-95. 2004.

THYSSEN P.J., AQUINO M.F.K., PURGATO N.C.S., MARTINS E., COSTA A.A., LIMA C.G.P. & DIAS C.R. **Implications of entomological evidence during the investigation of five cases of violent death in Southern Brazil.** J. Forensic Science and Research, 2: 1–8, 2018. https://doi: 10.29328/journal.jfsr.1001013.

TRANCHIDA, M.C., BERRUEZO, L.E.B., STENGLEIN, S.A., CABELLO, M.N. **Mycobiota associated with human cadavers: First record in Argentina.** Soc Canad J Ciências Forenses 51(2): 2018. https://doi.org/10.1080/ 00085030.2018.1463131.

URURAHY-RODRIGUES, A.; RAFAEL, J.A.; PUJOL-LUZ, J.R.; HENRIQUES, A.L.; QUEIROZ, M.M.C.; BARBOSA, R.R.; BARONI, M.N. **Association of *Oxelytrum cayennense* (Silphidae,Coleoptera) with Pig Carcasses (Sus scrofa, Suidae) in Terra Firme Areas in Manaus, Amazonas, Brazil.** EntomoBrasilis 3 (2): 44-48, 2010.

VAIRO, K.P, MELLO-PATIU, C. A, CARVALHO C.J.B. **Pictorial identification key for species of Sarcophagidae (Diptera) of potential forensic importance in southern Brazil.** Rev Bras Entomol 55 (3): 333–347, 2011.

VAIRO, K.P.; MOURA, M.O.; MELLO-PATIU, C.A. **Comparative morphology and identification key for females of nine Sarcophagidae species (Diptera) with forensic importance in Southern Brazil.** Rev Bras Entomol 59:177–187, 2015.

VAIRO, K.P.; URURAHY-RODRIGUES, A.; MOURA, M.O.; MELLO-PATIU, C.A. **Sarcophagidae (Diptera) with forensic potential in Amazonas: a pictorial key.** Tropical Zoology, 27(4): 140-152, 2014. https://doi.org/10.1080/ 03946975.2014.981482.

VAN DE VOORDE H, VAN DIJCK PJ. **Determination of the time of death by fungal growth.** Z. Rechtsmed. 89:75-80, 1982.

VAN UDEN, N.; SOUSA, L. D. C.; FARINHA, M. **On the intestinal yeast flora of horses, sheep, goats and swine.** J Gen Microbiol 19(3): 435-445, 1958.

VANRELL, J.P. **Manual de medicina legal tanatologia.** 5ª ed. São Paulo: JHMizuno Ed. Distribuidora; 2016.

VAZ-DE-MELLO, F.Z., EDMONDS, W.D., OCAMPO, F.C., SCHOOLMESSTERS, P. **A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae).** Zootaxa 2854: 1–73, 2011.

WHITWORTH, T. **Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of the West Indies and description of a new species of Lucilia Robineau-Desvoidy.** Zootaxa 2663: 1–35, 2010.

WILD A.L. (2019). **Myrmecos – Little Things Matter.** Disponível em: http://www.myrmecos.net/2012/12/28/a-guide-to-common-ants-of-the-amazon-rainforest/. Acesso 12/03/2019.

WOELFERT, A.J. **Introdução à medicina legal.** 1ª ed. Rio Grande do Sul: Ulbra; 2003.

WOLFF, M., A. URIBE, A. ORTIZ & P. DUQUE. **A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia.** Forensic Science International. 120: 53-59, 2001.

ZARZUELA, M.F.M., CAMPOS-FARINHA, A.E.C., RUSSOMANO, O., KRUPPA, P.C., GONÇALVES, E. **Evaluation of urban ants (Hymenoptera: Formicidae) as vectors of microorganisms in residential and industrial environments: II.** Fungi. Sociobiology 50: 653-658, 2007.

ZETTLER, J.A., MCINNIS, T.M., ALLEN, C.R., SPIRA, T.P. **Biodiversity of fungi in red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) mounds.** Ann. Entomol. Soc. America 95: 487-491, 2002.

Figura 01 - Identificação dos biomas da região centro oeste do Brasil e localização do experimento, no Vale do Jamaca, Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil (2018).
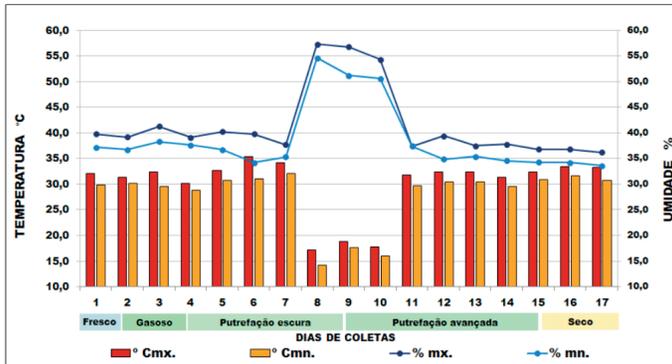
Figura 02. Média diária da Umidade relativa do ar (URL%) e Temperatura ambiental (ºC) do local de coleta no Vale do Jamacá, Chapada dos Guimarães, Mato Grosso - Brasil (2018).
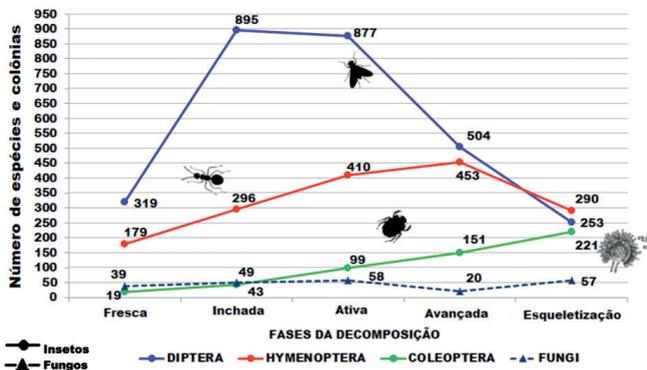
Figura 03. Flutuation dos insetos necrófagos (diptera, coleoptera and hymenoptera) e dos fungos coletados durante os estágios de decomposição no Vale do Jamacá, Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil (2018).
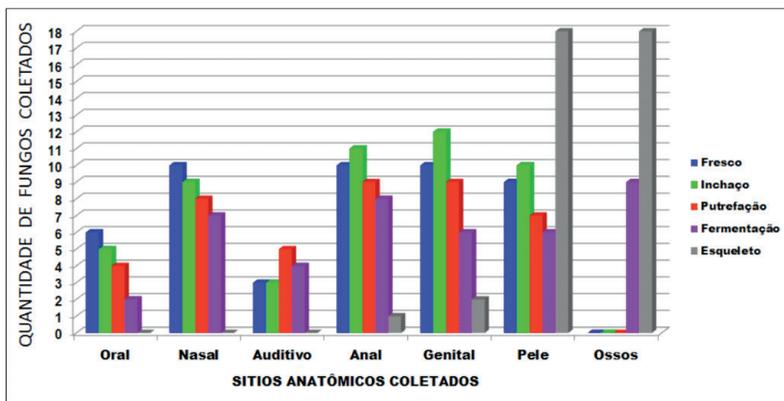
Figura 04. Quantidade de fungos coletados nos sítios anatômicos do modelo experimental de *Sus scrofa* (Linneus) no vale do Jamacá, Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil (2018).

DIPTERA	(N) total: 2.848 moscas				FASES				
Famílias	Sub-famílias	Espécie	I	II	III	IV	V	N	%
Calliphoridae	Chrysomyinae	*Chloroprocta ideoidea*	10	15	27	25	5	82	1,6
		Chrysomya albiceps	22	89	102	61	28	302	6,0
		Chrysomya megacephala	18	100	61	33	21	233	4,7
		Chrysomyia putoria	18	41	42	27	12	140	2,8
		Cochliomyia hominivorax	3	8	5	2	0	18	0,4
		Cochliomyia macellaria	18	57	47	21	10	153	3,1
		Hemilucia segmentaria	12	10	12	7	2	43	0,9
	Calliphorinae	*Lucilia eximia*	22	88	76	21	17	224	4,5
		Lucilia sericata	19	86	101	35	33	274	5,5
		Lucilia ilustris	16	45	30	22	12	125	2,5
		Lucilia porphyrina	21	19	26	21	10	97	1,9
		Lucilia cuprina	22	42	32	23	11	130	2,6
		Caliphora sp.	0	12	10	10	2	34	0,7
	Toxotarsinae	*Sarconesia chlorogaster*	12	19	15	22	12	80	1,6
Muscidae	Azellinae	*Ophyra albuquerquei*	26	32	42	32	23	155	3,1
		Ophyra aenescens	20	23	32	19	7	101	2,0
		Ophyra solitaria	10	12	12	8	3	45	0,9
	Muscinae	*Muscina stabulans*	5	6	3	2	2	18	0,4

		Musca domestica	10	117	83	51	17	278	5,6
Sarcophagidae	Sarcophaginae	*Pechia intermutans*	4	7	17	10	6	44	0,9
		Sarcophaga argyrostoma	0	6	9	3	2	20	0,4
		Sarcodexia lambens	0	4	10	2	0	16	0,3
		Oxysarcodexia thornax	3	7	16	4	2	32	0,6
		Oxysarcodexia amorosa	2	8	15	13	2	40	0,8
Fanniidae	-	Fannia pusio	13	20	22	15	10	80	1,6
		Fannia cannicularis	13	15	25	8	2	63	1,3
Tabanidae	Tabaninae	*Tabanus* sp. (1)	0	3	1	4	2	10	0,2
		Tabanus sp. (2)	0	1	2	1	0	4	0,1
Drosophilidae	Drosophilinae	*Zaprionus indianus*	0	2	1	1	0	4	0,1
		Drosophila sp.	0	1	1	1	0	3	0,1
		TOTAL	319	895	877	504	253	2848	56,9
COLEOPTERA	(N) total: 533 besouros				FASES				
Famílias	Sub-famílias	Espécie	F/C	P/I	P/E	F/A	S/E	N	%
Dermestidae	Dermestinae	*Dermestes maculatus*	3	4	16	21	42	86	1,7
		Dermestes sp.	4	5	11	9	27	56	1,1
Histeridae	Histerinae	*Hister* sp.	2	4	6	13	21	46	0,9
Cleridae	Clerinae	*Necrobia rufipes*	3	5	15	39	24	86	1,7
		Necrobia ruficollis	3	5	8	11	22	49	1,0
		Necrobia sp.	0	2	6	12	8	28	0,6
Nitidulidae	Nitidulinae	*Stelidota geminata*	0	2	5	8	20	35	0,7
		Nitidula carnaria	1	2	8	14	20	45	0,9
Scarabaeidae	Scarabaeinae	*Aphodius* spp.	0	2	3	4	7	16	0,3
Silphidae	Silphinae	*Oxelytrum cayennense*	0	2	4	2	3	11	0,2
		Oxelytrum discicolle	0	3	6	3	0	12	0,2
Cincedelidae	Cincidelinae	*Tetracha brasiliensis*	1	4	6	5	5	21	0,4
Staphylinidae	Aleocharinae	*Aleochara* sp.	1	0	3	3	8	15	0,3
	Staphylininae	*Belonuchus rufipennis*	1	2	2	4	6	15	0,3
		Philonthus sp.	0	1	0	3	8	12	0,2
		TOTAL	19	43	99	151	221	533	10,641
HYMENOPTERA	(N) total: 1.628 formigas								
Família: Formicidae					FASES				
Sub-famílias	Tribos	Espécies	F/C	P/I	P/E	F/A	S/E	N	%
Myrmicinae	Solenopsidini	*Solenopsis invicta*	29	50	35	36	20	170	3,4

		Solenopsis saevissima (C.)	13	15	31	23	23	105	2,1
	Pheidolini	*Pheidole* sp.	15	10	18	28	16	87	1,7
	Crematogastrini	*Crematogaster* sp.	18	12	18	21	15	84	1,7
	Attini	*Atta* sp.	0	8	8	10	8	34	0,7
		Acromyrmex subterraneus	0	8	10	10	10	38	0,8
		Acromyrmex sp.	12	9	16	18	21	76	1,5
Formicinae	Camponotini	*Camponotus rufipes*	21	35	52	39	21	168	3,4
		Camponotus melanoticus	22	35	48	31	20	156	3,1
	Lasiini	*Paratrechina longicornis*	10	10	21	27	24	92	1,8
Paraponerinae	Paraponerini	*Paraponera clavata*	8	11	9	24	7	59	1,2
Ponerinae	Ponerini	*Dinoponera gigantea*	2	16	20	17	15	70	1,4
		Dinoponera mutica	0	12	16	32	11	71	1,4
	Odontomachini	*Odontomachus* sp.	16	18	25	34	18	111	2,2
Ectatominae	Ectatommini	*Ectatomma edentatum*	7	17	34	47	18	123	2,5
		Ectatomma opaciventre	6	18	32	33	21	110	2,2
		Ectatomma sp.	0	12	17	23	22	74	1,5
(N) total geral: 5.009 insetos		TOTAL	179	296	410	453	290	1628	32,5

Tabela 01. Distribuição dos especimens entomológicos (diptera, coleoptera e himenoptera) coletados sobre carcaça de Sus scrofa (Linnaeus) no vale do Jamacá, Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil (2018).

FILO	ORDEM	ESPÉCIE ISOLADA	FASES - UFC						
			I	II	III	IV	V	N	%
Ascomycota	Capnodiales	Cladosporium herbarum	0	1	3	0	2	6	2,7
Ascomycota	Capnodiales	Cladosporium cladosporioides	0	0	4	0	2	6	2,7
Ascomycota	Eurotiales	Aspergillus aculeatus	2	1	1	0	2	6	2,7
Ascomycota	Eurotiales	Aspergillus carbonarius	0	3	0	0	1	4	1,8
Ascomycota	Eurotiales	Aspergillus flavus	4	2	3	0	3	12	5,4
Ascomycota	Eurotiales	Aspergillus clavatus	2	0	3	0	2	7	3,1
Ascomycota	Eurotiales	Aspergillus niger	3	3	4	0	0	10	4,5
Ascomycota	Eurotiales	Aspergillus ochraceus	0	1	1	0	2	4	1,8
Ascomycota	Eurotiales	Aspergillus terréus	3	4	7	0	2	16	7,2
Ascomycota	Eurotiales	Penicillium citrinum	2	2	3	2	3	12	5,4

Ascomycota	Eurotiales	Penicillium expansum	0	5	4	2	3	14	6,3
Ascomycota	Eurotiales	Penicillium griseofulvum	1	3	0	0	1	5	2,2
Ascomycota	Eurotiales	Talaromyces rugulosus	0	0	3	1	0	4	1,8
Ascomycota	Eurotiales	Paecilomyces viride	0	2	2	1	0	5	2,2
Ascomycota	Helotiales	Bothrytis cineria	0	0	2	0	1	3	1,3
Ascomycota	Hypocreales	Fusarium graminearum	1	0	0	1	1	3	1,3
Ascomycota	Hypocreales	Fusarium oxysporum	1	0	3	0	2	6	2,7
Ascomycota	Hypocreales	Trichoderma harzianum	0	0	1	0	3	4	1,8
Ascomycota	Hypocreales	Trichoderma viride	0	0	1	2	2	5	2,2
Ascomycota	Pleosporales	Alternaria alternata	1	0	0	1	2	4	1,8
Ascomycota	Pleosporales	Pithomyces chartarum	1	2	0	0	0	3	1,3
Ascomycota	Saccharomycetales	Candida kefyr	2	1	0	1	2	6	2,7
Ascomycota	Saccharomycetales	Candida krusei	1	2	1	1	1	6	2,7
Ascomycota	Saccharomycetales	Candida tropicalis	1	1	0	1	1	4	1,8
Ascomycota	Saccharomycetales	Pichia anomala	1	2	2	0	1	6	2,7
Ascomycota	Sordoriales	Chrysonilia sitophila	3	3	1	2	2	11	4,9
Ascomycota	Trichosphaeriales	Nigrospora nigri	0	0	0	0	2	2	0,9
Ascomycota	Xyraliales	Pestalotiopsis microspora	0	0	2	1	2	5	2,2
Zigomycota	Mucorales	Circinella muscae	1	1	0	0	0	2	0,9
Zigomycota	Mucorales	Mucor hiemalis	0	2	0	0	1	3	1,3
Zigomycota	Mucorales	Mucor racemosus	1	1	3	1	1	7	3,1
Zigomycota	Mucorales	Mycocladus ramosus	0	1	0	0	1	2	0,9
Zigomycota	Mucorales	Rhizopus oryzae	2	2	3	2	3	12	5,4
Zigomycota	Mucorales	Rhizopus stolonifer	2	2	0	0	3	7	3,1
Basidiomycota	Sporodiales	Rhodotorula mucilaginosa	2	2	1	1	2	8	3,6
Basidiomycota	Tremellales	Trichosporon spp.	2	0	0	0	1	3	1,3
Total	-	-	39	49	58	20	57	223	100
Percentual %	-	-	17,5	22,0	26,0	9,0	25,6	100	-

I = Fase fresca/cromática; II = fase de putrefação/ inchaço; III = fase de putrefação escura; IV = fase de fermentação avançada; V = fase seca/esqueletização

Tabela 02. Distribuição dos espécimens fúngicos coletados sobre carcaça de Sus scrofa (Linnaeus) no vale do Jamacá, Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil (2018).

CAPÍTULO 13

VACINAÇÃO EM BOVINOS LEITEIROS: UMA PRÁTICA DE BEM-ESTAR ANIMAL CONHECIDA PELOS PRODUTORES?

Data de aceite: 04/02/2021
Data de submissão: 16/11/2020

Larissa Grunitzky
Instituto Federal Farroupilha
Frederico Westphalen – RS
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0541992951488681>.

João Rogério Centenaro
Instituto Federal Farroupilha
Frederico Westphalen – RS
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7641520787143856>.

Iago Mariani Cheffer
Instituto Federal Farroupilha
Frederico Westphalen – RS
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6699496777972907>

Paulo Henrique Braz
Instituto Federal Farroupilha
Frederico Westphalen – RS
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7696428399690860>.

RESUMO: No Brasil, o bem-estar animal por muito tempo foi negligenciado, porém, o tema se coloca em posição de destaque, devido recomendações mundiais do consumo de alimentos de origem animal. Uma das abordagens mais discutidas dentre as citadas nas cinco liberdades do bem-estar animal é a manutenção da saúde desses animais. Neste quesito está incluso a vacinação e o manejo hídrico adequado para bovinos de leite. Este trabalho objetivou avaliar a percepção e conhecimento de produtores rurais de vacas leiteiras da microrregião de Frederico Westphalen – RS, sobre as vacinações obrigatórias para bovinos leiteiros bem como o manejo hídrico que visem o bem-estar animal em suas propriedades. Foi possível observar que embora, grande parte dos produtores conheça o esquema vacinal dos animais, ainda existe grande deficiência na diferenciação de vacinas obrigatórias e não obrigatórias, sobretudo, na disposição de se conhecer as doenças que acometem o rebanho local.

PALAVRAS - CHAVE: Brucelose, doenças negligenciadas, tuberculose, vaca de leite.

VACCINATION IN MILK CATTLE: AN ANIMAL WELFARE PRACTICE KNOWN BY PRODUCERS?

ABSTRACT: In Brazil, animal welfare has been neglected for a long time, however, the topic is in a prominent position, due to worldwide recommendations for the consumption of animal foods. One of the most discussed approaches among those cited in the five animal welfare freedoms is maintaining the health of these animals. This item includes vaccination and adequate water management for dairy cattle. This work aimed to evaluate the perception and knowledge of rural dairy cow producers in the micro-region of Frederico Westphalen – RS, about mandatory vaccinations for dairy cattle as well as water management aimed at animal welfare on their properties. It was possible to observe that

although, most of the producers know the vaccination scheme of the animals, there is still a great deficiency in the differentiation of mandatory and non-mandatory vaccines, above all, in the willingness to know the diseases that affect the local herd.
KEYWORDS: Brucellosis, neglected diseases, tuberculosis, dairy cow.

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos evidenciou-se uma maior preocupação na utilização de manejos em sistemas de produção, onde se prioriza o bem-estar animal (Von Keyserlingk et al., 2013). No Brasil, esse tema por muito tempo foi negligenciado, porém, atualmente ele deve ser colocado em posição de destaque, pela crescente demanda dos consumidores por produtos de qualidade e que sejam provenientes de sistemas que prezem a qualidade de vida do animal (Oliveira et al., 2008).

Alguns conceitos foram adotados como exigências básicas para a estabilidade do bem-estar e são conhecidas como cinco liberdades. Algumas delas como a sanitária e fisiológica, estão relacionadas com a nutrição, manejo e manutenção da saúde dos animais e devem ser muito bem executadas. Para que os parâmetros de bem-estar sejam avaliados, deve-se levar em consideração aspectos individuais de adaptação à diferentes situações (Broom & Molento, 2004; Oliveira et al., 2008).

No Brasil existem algumas ações que presam a manutenção da saúde dos animais, como o programa nacional de erradicação e prevenção da febre aftosa (PNEFA - 1992) e o programa nacional de controle e erradicação da brucelose e da tuberculose animal (PNCEBT - 2001), implantados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que busca por meio da vacinação obrigatória diminuir a incidência dessas enfermidades no país (BRASIL, 2017). Atualmente apenas a vacinação contra febre aftosa e brucelose são obrigatórias no país, entretanto a vacinação contra outras doenças que sejam recorrentes na região é de extrema importância. Para os produtores essas ações devem ser vistas como uma forma de investimento, já que a incidência da doença causaria perdas econômicas muito mais significativas (Santos & Gaspar, 2015).

O objetivo do presente estudo foi de constatar a atual situação dos agricultores de propriedades leiteiras da Microrregião de Frederico Westphalen/RS em relação aos conhecimentos adquiridos sobre as vacinas obrigatórias para bovinos e buscar informações sobre o fornecimento das mesmas em seu rebanho.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para esta pesquisa foram selecionados 14 pecuaristas de propriedades leiteiras. A escolha foi ao acaso, de acordo com a disponibilidade dos produtores em responder às perguntas durante a entrevista. As perguntas tiverem enfoque nas cinco liberdades do bem-estar animal, sobretudo no conhecimento e percepção dos pecuaristas sobre o

programa de vacinas, tratamento do rebanho em decorrência de doenças e principais causas de morte do rebanho. A coleta de informações ocorreu por meio de questionário de livre esclarecimento para os participantes do projeto, declarando que as propriedades rurais não seriam identificadas e os dados obtidos sobre o conhecimento do bem-estar animal seriam relatados, sem divulgação do nome dos participantes.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

É de extrema importância o conhecimento do produtor sobre a relação entre o bem-estar e a produção leiteira, pois a utilização de formas de manejo mais humanitárias aplicada em suas propriedades, gere um aumento na produção (Rosa & Costa, 2001). De acordo com os dados obtidos, todos os pecuaristas (14/14) entrevistados relacionaram o bem-estar animal com o aumento na produção.

A forma mais utilizada pelos animais para manterem a sua homeostasia, quando submetidos as temperaturas elevadas é a procura de fontes hídricas para ingestão de água. O organismo dos animais é constituído, por aproximadamente 2/3 de água, que se faz presente em praticamente todos os processos vitais. Deve-se assim, reconhecer sua importância, para que seja oferecida em quantidade suficiente e qualidade desejável, suprindo a necessidade do rebanho (Macari, 1995).

Uma vaca leiteira depende diretamente de alguns fatores para um melhor desempenho em sua produção, tais como uma boa interação humano-animal, dieta, tamanho corporal, condições climáticas, disponibilidade de água e estar em um estado fisiológico ideal. Visto que, em média um bovino consome de 40 a 170 litros de água por dia, um menor consumo de água significa menor produção de leite (Honorato et al., 2012; Rocha et al., 2008; Zanella, 1995). Para a garantia do bem-estar animal, um dos quesitos preconizados é que sejam livres de fome e sede (Lidfors & Jensen, 2003). Dentre os responsáveis pelas propriedades rurais, 43% (6/14) relataram que os animais já ficaram um longo período sem alguma fonte de água, sendo descritas ocorrência de óbito devido à desidratação. A falta de qualidade de manejo nessas propriedades é de conhecimento sobre a necessidade de manter os animais com fontes hídricas adequadas como bebedouros, principalmente aqueles que permanecem por longos períodos do dia em campos de pastagem sem fontes de água natural, acaba desencadeando um grande estresse nesses animais, por não conseguirem manter seu estado fisiológico íntegro, o que diminui o bem-estar e consequentemente o seu desempenho zootécnico.

Dentre as doenças apontadas com maior frequência nas propriedades, a mais relatada foi o complexo tristeza parasitária bovina (TPB) (Santos et al., 2017)e segundo os produtores foi a principal causa de morte dos rebanhos 35,7% (5/14). No entanto, por não ter sido diagnosticada e confirmada, subentende- se que os produtores não sabem o verdadeiro motivo da morte do animal, atribuindo a essa enfermidade. No Rio Grande do

Sul a TPB é recorrente e seus índices de letalidade ficam superiores a 70% dos animais avaliados (Almeida et al., 2006; Santos et al., 2017).

Em gado leiteiro, a morte de um animal pode acarretar perdas econômicas significativas. Nesse contexto, a falta de informação sobre métodos de profilaxia eficientes como a vacinação, pode ser crucial, já que, a sua administração evitaria possíveis enfermidades e consequentemente a realização de tratamento (Herrera-López et al., 2010; Santos & Gaspar, 2015). A vacinação é uma das melhores formas de controle e erradicação de doenças. Ela possui como principal função, a resposta imune frente a um patógeno específico, que previne ou atenua a doença clínica ou seus efeitos. Mesmo que uma vacina não seja 100% eficiente, ou seja, não é capaz de imunizar todos os animais, existe o conceito de imunidade de rebanho, que constitui no fato da maioria estar imunizada, reduzindo assim as chances de disseminação do agente (Santos & Gaspar, 2015).

Quando questionados os produtores sobre quais vacina são obrigatórias no país, foram citados a da Febre Aftosa (85,7%), Brucelose (78,5%), Carbúnculo (50%), Leptospirose (35,7%) e antirrábica (28,6%). Os índices apresentados foram satisfatórios, visto que, a maioria dos produtores possuem conhecimento sobre as vacinas obrigatórias, muito embora, era esperado que todos os entrevistados tivessem ciência das vacinas obrigatórias, tendo em vista o controle efetivo do MAPA em relação a estas doenças e protocolos vacinais. As outras vacinas citadas, mesmo que não sejam obrigatórias, na região em questão apresentam importância endêmica. A vacinação contra leptospirose, por exemplo, tem grande importância nos índices reprodutivos das fêmeas bovinas, pois quando infectadas durante a prenhes, comumente ocorre aborto, gerando perdas econômicas (Alfieri & Alfieri, 2017).

As vacinas obrigatórias para bovinos no país, são a da brucelose e febre aftosa. Atualmente, segundo o Plano Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa o estado do Rio Grande do Sul é uma zona livre de febre aftosa com vacinação, tendo seu último caso relatado no ano de 2001. Por fazer divisa com países como Argentina e Uruguai, que também se encontram livres dessa doença com vacinação, a atuação da vigilância tem grande importância e responsabilidade na resguarda do patrimônio pecuário do estado.

Em relação a brucelose, dados da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do Estado do Rio Grande do Sul revelam que na região Noroeste Gaúcha no ano de 2016 foram testados 66.254 animais para brucelose, e destes, 198 casos foram confirmados, sendo 29 casos a mais do que no ano anterior.

4 | CONCLUSÃO

Nos últimos anos evidenciou-se uma maior preocupação na utilização de manejos em sistemas de produção, onde se prioriza o bem-estar animal. Foi observado que grande parte dos produtores têm conhecimento sobre quais são as vacinas obrigatórias, embora o

desconhecimento da minoria seja algo preocupante para manutenção da sanidade animal da região. Dentre as doenças apontadas com maior frequência nas propriedades, a mais relatada foi a complexo parasitário bovino. Os sinais clínicos apresentados por animais com TPB podem ser diversos, o que gera uma preocupação quanto ao bem- estar animal, visto que estes animais não receberam o tratamento efetivo, com diagnóstico para a doença, demonstrando que, embora os produtores rurais tenham a concepção de que o bem-estar animal esteja relacionado diretamente com a melhoria da produção animal, a mesma ainda não é empregada de forma efetiva, quando relatados casos de morte por ausência de água para os animais beberem, desconhecimento sobre protocolos vacinais obrigatórios e ausência da busca por diagnóstico de enfermidades de forma correta.

REFERÊNCIAS

Alfieri, A. A., & Alfieri, A. F. (2017). **Doenças infecciosas que impactam a reprodução de bovinos.** *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, *41*(1), 133–139.

Almeida, M. B., Tortelli, F. P., Riet-Correa, B., Ferreira, J. L. M., Soares, M. P., Farias, N. A. R., Riet-Correa, F., & Schild, A. L. (2006). **Tristeza parasitária bovina na região sul do Rio Grande do Sul: estudo retrospectivo de 1978-2005.** *Pesquisa Veterinária Brasileira*, *26*(4), 237–242. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-736X2006000400008

Broom, D. M., & Molento, C. F. M. (2004). **Animal welfare: concept and related issues–review.** *Archives of Veterinary Science*, *9*(2), 1–11.

Herrera-López, E., Suárez-Güemes, F., Hernández-Andrade, L., Córdova-López, D., & Díaz-Aparicio, E. (2010). **Epidemiological study of Brucellosis in cattle, immunized with Brucella abortus RB51 vaccine in endemic zones.** *Vaccine*, *28*, F59–F63. DOI: https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2010.03.057

Honorato, L. A., Hötzel, M. J., Gomes, C. C. M., Silveira, I. D. B., & Machado-Filho, L. C. P. (2012). **Particularidade relevante da interação humana-animal para o bem-estar e produtividade de vacas leiteiras.** *Ciência Rural*, *42*, 332–339.

Lidfors, L., & Jensen, M. B. (2003). **Behaviour and welfare of cattle housed in large groups.** *Applied Animal Behaviour Science*, *80*(3), 173. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00218-6

Macari, M. (1995). Água de beber na dosagem certa. *Aves & Ovos*, *6*, 40–48. Oliveira, C. B., Bortoli, E. de C., & Barcellos, J. O. J. (2008). **Diferenciação por qualidade da carne bovina: a ótica do bem-estar animal.** *Ciência Rural*, *38*(7), 2092–2096. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000700049

Rocha, J. S. R., Lara, L. J. C., & Baião, N. C. (2008). **Produção e bem-estar animal: aspectos éticos e técnicos da produção intensiva de aves.** *Ciência Veterinária Nos Trópicos*, *11*(1), 49–55.

Rosa, M. S., & Costa, M. J. R. P. (2001). **Interações entre retireiros (as) e vacas leiteiras no momento da ordenha.** *Interações*, *1*(1), 217.

Santos, G. B., Gomes, I. M. M., Silveira, J. A. G., Pires, L., Azevedo, S. S., Antonelli, A. C., Ribeiro, M. F. B., & Horta, M. C. (2017). **Tristeza Parasitária em bovinos do semiárido pernambucano.** *Pesquisa Veterinária Brasileira*, *37*(1), 1–7. DOI: https://doi.org/10.1590/s0100-736x2017000100001

Santos, L. R., & Gaspar, E. B. (2015). **A vacinação de bovinos no controle de doenças–novas perspectivas.** *Embrapa Pecuária Sul*.

Von Keyserlingk, M. A. G., Martin, N. P., Kebreab, E., Knowlton, K. F., Grant, R. J., Stephenson, M., Sniffen, C. J., Harner Iii, J. P., Wright, A. D., & Smith, S. I. (2013). **Invited review: Sustainability of the US dairy industry.** *Journal of Dairy Science*, *96*(9), 5405–5425. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-6354.

Zanella, A. J. (1995). **Indicadores fisiológicos e comportamentais do bem-estar animal.** *A Hora Veterinária*, *14*(8), 47–5.

SOBRE OS ORGANIZADORES

JOSÉ MAX BARBOSA OLIVEIRA-JUNIOR - Possui pós-doutorado pela Universidade do Algarve (UAlg). Doutor em Zoologia (Conservação e Ecologia) pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Mestre em Ecologia e Conservação (Ecologia de Sistemas e Comunidades de Áreas Úmidas) pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Especialista em Perícia e Auditoria Ambiental. Licenciado em Ciências Biológicas pela UniAraguaia. É professor Adjunto II da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), lotado no Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas (ICTA). Orientador nos programas de Pós-Graduação *stricto sensu* em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida (PPGSAQ-UFOPA); Sociedade, Natureza e Desenvolvimento (PPGSND-UFOPA); Biodiversidade (PPGBEES-UFOPA) e Ecologia (PPGECO-UFPA). Editor Associado dos periódicos Journal of Biology and Life Science (Las Vegas) e Oecologia Austrais (RJ). Membro de corpo editorial de diversos periódicos nacionais e internacionais. Tem vasta experiência em ecologia e conservação de ecossistemas aquáticos continentais, integridade ambiental, ecologia geral, avaliação de impactos ambientais (ênfase em insetos aquáticos). Áreas de interesse: ecologia, conservação ambiental, agricultura, pecuária, desmatamento, avaliação de impacto ambiental, insetos aquáticos, bioindicadores, ecossistemas aquáticos continentais, padrões de distribuição. Links do organizador: Currículo Lattes | ORCID | Scopus | Publons |

LENIZE BATISTA CALVÃO - Atualmente é pós-doutoranda na Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Possui pós-doutorado pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Doutora em Zoologia (Conservação e Ecologia) pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Mestra em Ecologia e Conservação (Ecologia de Sistemas e Comunidades de Áreas Úmidas) pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura Plena) pela Faculdade Araguaia (FARA). Possui experiência com avaliação de impactos antropogênicos em sistemas hídricos do Cerrado mato-grossense, utilizando a ordem Odonata (Insecta) como grupo biológico resposta. Atualmente desenvolve estudos avaliando a integridade de sistemas hídricos de pequeno porte na região amazônica, também utilizando a ordem Odonata como grupo resposta, com o intuito de buscar diretrizes eficazes para a conservação dos ambientes aquáticos. Links da organizadora: Currículo Lattes | ORCID | ResearchGate |

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ampolas de Lorenzini 7, 34, 35, 40, 41

Aprendizagem dinâmica 5, 119

B

Bem-Estar Animal 6, 9, 177, 178, 179, 180, 181, 182

Bosque de Tamaguros 66

Brucelose 177, 178, 180

C

Célula-Tronco 24, 25, 28, 31, 32

Coleção Zoológica 5, 7, 1, 2, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19

Comportamento 5, 30, 70, 71, 145, 146, 153, 154

Conservação 4, 13, 18, 19, 85, 89, 103, 154, 158, 183

Controle Biológico 19, 71

Crecimiento 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 54

Curadoria 5, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 15, 17, 20, 21, 22, 23

D

Divulgação da biodiversidade 119

Doenças Negligenciadas 177

E

Echinodermata 8, 14, 22, 89, 90, 92, 97

Educação ambiental 119

Educação infantil 89, 97

Elasmobrânquios 5, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 36, 39, 40, 41

Eletropercepção 35

Ensino de ciências 89, 90, 97

Entomologia 3, 15, 134, 136, 141, 154, 155, 160, 163, 164, 165, 167, 168

Entomologia Forense 134, 136, 141, 154, 155, 160, 165, 167, 168

Espécie 5, 25, 31, 36, 40, 56, 66, 70, 71, 104, 105, 113, 114, 134, 143, 144, 145, 150, 151, 153, 156, 173, 174, 175

Extinção Local 56

F

Factor de condición 42, 43, 44, 45, 48, 49, 51, 52, 54, 55

Fauna 5, 9, 55, 62, 82, 84, 97, 119, 120, 133, 134, 137, 140, 142, 143, 146, 147, 148, 149, 155, 162

Fauna negligenciada 119

Florestas Subantárticas 56

H

Hexapoda 3, 16, 23

Híbrido 70, 71

Hipergravidade 99, 100, 101, 102, 104, 106, 107, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117

I

Inteligências Múltiplas 5, 89, 95, 96

L

Laser de baixa potência 103, 104, 107, 110, 111, 113, 114, 117

M

Mapa conceitual 119

Medicina Veterinária Regenerativa 24, 32

Micologia Forense 134, 137, 155, 160

Microbiota cadavérica 134, 155

Microscopia eletrônica de varredura 100, 102, 103, 107, 114

O

Ordenamiento pesquero 42, 43, 44

P

Pará 5, 8, 18, 23, 82, 83, 85, 87, 88, 183

Passeriformes 5, 8, 66, 70, 76

PET-Biologia 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 17, 20

Piranga rubra 5, 8, 66, 68, 69

Platyhelminthes 6, 14, 100, 117, 118

Prochilodus magdalenae 5, 8, 42, 43, 44, 46, 50, 53, 54, 55

Puerto Williams 56, 57, 58, 60, 61, 64, 65

R

Radiografia 7, 24, 25, 28, 29, 30, 31

Retrocruzamento 70, 71

S

Scytalopus magellanicus 5, 8, 56, 63

Serinus canaria 8, 70, 71, 72, 76, 77

Spinus barbatus 8, 70, 71, 72, 76

T

Tanatologia 134, 135, 136, 170

Térmitas 85

Tubarão-Martelo 7, 34, 36, 37, 38, 41

Tuberculose 177, 178

Turbellaria 100, 115, 118

V

Vaca de leite 177